

**NAPAPIIRI-JUKOLA 2021 MAJOITUSALUEIDEN
MERKITSEMINEN JA OPASKARTTOJEN LAATIMINEN**

Napapiiri-Jukola 2021

Kuusela Teppo

Opinnäytetyö
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

2022

Maanmittaustekniikka
Insinööri, AMK

Tekijä	Teppo Kuusela	Vuosi	2022
Ohjaaja(t)	Teuvo Heimonen		
Toimeksiantaja	Napapiiri-Jukola 2021 organisaatio		
Työn nimi	Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden merkitseminen ja opaskarttojen laatiminen		
Sivu- ja liitesivumäärä	95 + 16		

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli toteuttaa elokuussa 2021 Rovaniemellä järjestetyn suunnistustapahtuma Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden maastoon merkintä sekä toteuttaa niihin liittyvät opastekartat. Telttamajoitusalueet ovat tärkeässä roolissa Jukolan viesti -tapahtuman toimivuuden, turvallisuuden ja taloudellisuuden kannalta niin osallistuvien kilpailijoiden, yleisön, järjestävän organisaation kuin yhteistyötahojenkin kannalta.

Tässä opinnäytetyössä kuvataan kuinka Napapiiri-Jukola 2021 telttamajoitusalueet on toteutettu, majoitusalueet perustettu ja merkitty maastoon. Työssä on myös kuvattu maanmittausteknisiä menetelmiä merkintämittauksissa sekä miten telttamajoitusalueiden opastekartat on laadittu.

Mittausteknisinä apuvälineinä telttamajoitusalueen maastoon merkinnässä käytettiin GNSS-satelliittipaikanninta sekä mittanauhaa. Merkintätapana oli paalu-merkintä. Majoitusalueiden paikkatietoaineiston luomisessa, käsittelyssä sekä opaskarttojen laadinnassa käytettiin apuna 3D-Win-ohjelmaa sekä QGIS-ohjelmistoa. Tapahtumaan tuotettujen kartta- ja paikkatietoaineistojen pohjalta Sitowise Oy toteutti telttamajoitusalueiden vuokraus- ja varausjärjestelmän sekä Tietotalo Oy toteutti tapahtumaan Jukola 2021 -mobiilisovelluksen (paikkatietopohjainen karttasovellus), jonka avulla pystyi paikantamaan varaamansa majoituspaikan.

Työn tuloksena Napapiiri-Jukola 2021 kilpailukeskuksen läheisyyteen suunniteltiin ja merkattiin puupaaluin sekä paikkakoodein 1010 kappaletta 10 m x 10 m telttapaikkaa, 362 kappaletta 9 m x 9 m puolijoukkuetelttapaikkaa sekä 220 kappaletta 5 m x 6 m seuratelttapaikkaa. Opinnäytetyön tekijä perusti opinnäytetyön toteuttamiseen OP Kevytyrittäjäyys -konseptin mukaisen mittausalan pienyrityksen ja toteutti mittaus- ja kartoitustyöt sen kautta. Työn toteutustapoja, menetelmiä ja tuloksia voi hyödyntää tulevissa Jukolan Viesti -tapahtumissa ja vastaavien massatapahtumien sekä maanmittausprojektien suunnittelussa.

Avainsanat GNSS, satelliittipaikannus, merkintämittaus, paikkatieto, opaskartta, 3D-Win, QGIS, Jukolan viesti, Napapiiri-Jukola 2020, Napapiiri-Jukola 2021

Muita tietoja Napapiiri-Jukola -tapahtumassa ja Jukola 2021 -mobiilisovelluksessa on hyödynnetty opinnäytetyön aineistoa

Degree Programme in Land Surveying
Bachelor of Engineering

Author	Teppo Kuusela	Year	2022
Supervisor	Teuvo Heimonen		
Commissioned by	Organization of Arctic Circle Jukola 2021		
Subject of thesis	Marking of Accommodation Areas in Arctic Circle Jukola 2021 and Preparation of the Guide Maps		
Number of pages	95 + 16		

The purpose of this thesis was to implement the marking of the accommodation areas in the orienteering event Arctic Circle Jukola 2021 in Rovaniemi in August 2021 and to implement the area guide maps for the event. The tent accommodation areas play an important role in terms of the functionality, safety and economy of the Jukola event for the participating competitors, the public, the organization and the partners.

This thesis describes how the Arctic Circle Jukola 2021 tent accommodation areas have been implemented and established in the terrain and what are the surveying methods for marking, and how the area guide maps for the tent accommodation areas have been prepared.

The GNSS satellite marking device and the measuring tape were used as measurement method. The marking instrument was the wooden pile. 3D-Win software and QGIS software were used to create, process and compile spatial data and guide maps for the accommodation areas. Based on generated spatial data and the guide maps at the event, Sitowise Ltd. implemented a rental and reservation system for tent accommodation areas, and Tietotalo Infocenter Ltd. implemented a Jukola 2021 mobile application locate the certain accommodation places.

As a result of the study 1,010 areas of the 10 m x 10 m tent sites, 362 areas of the 9 m x 9 m army troop tent sites and 220 areas of the 5 m x 6 m club tent sites were all marked. These areas were marked with wooden piles and designed with location codes. The author of the thesis also established a small company with the OP Light Entrepreneurship concept and carried out measurement and mapping work through it. The implementation methods, process and results of the work can be utilized in future with Jukola Relay events and in the planning of similar mass events and surveying project.

Keywords GNSS, satellite positioning, marking measurement, spatial data, guide map, 3D-Win, QGIS, Jukola orienteering event, Arctic Circle Jukola 2020 and 2021

Special remarks Extensive use of thesis work results and spatial data in the Arctic Circle-Jukola event and the Jukola 2021 mobile application.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	9
2	JUKOLAN VIESTI.....	11
2.1	Yleistietoa Jukolan viesti -tapahtumasta.....	11
2.2	Napapiiri-Jukola 2021	13
3	MERKINTÄMITTAUKSET	15
3.1	Geodeettiset mittaukset	15
3.2	Merkintämittaukset.....	16
3.3	Merkintämittausten vaatimukset ja ohjeistukset	17
4	MITTAUSMENETELMIÄ MERKINTÄMITTAUKSISSA	19
4.1	Satelliittipaikannus	19
4.2	RTK ja verkko-RTK -mittaukset	21
4.3	Takymetrimittaukset.....	24
4.4	Suorakulmainen mittaus	25
4.5	Muut merkintämittausten mittausmenetelmät	27
5	MITTATARKKUUS MERKINTÄMITTAUKSIEN YHTEYDESSÄ.....	30
5.1	Mittatarkkuuden määrittely.....	30
5.2	Mittaustarkkuus ja mittausvirheet.....	30
5.3	Mittalaitteiden tarkkuus	31
5.4	Mittausmenetelmän tarkkuus	33
5.4.1	GNSS-mittausten mittaustarkkuus.....	33
5.4.2	Takymetrioiden mittaustarkkuus	36
5.5	Rajamerkkien mittaustarkkuusvaatimukset merkintämittaauksissa	37
6	SOVELLUS- JA PAIKKATIETO-OHJELMAT MERKINTÄAINEISTON TUOTTAMISESSA.....	39
6.1	Sovellusohjelma 3D-Win.....	39
6.2	Paikkatieto	40
6.3	Paikkatieto-ohjelma QGIS.....	42
7	KARTTA-AINEISTON TUOTTAMINEN JA OPASKARTAT	45
7.1	Karttojen merkitys	45
7.2	Kartan laatimisen vaiheet.....	46

7.3	Hyvän kartan vaatimukset.....	46
7.4	Opaskartat	49
8	NAPAPIIRI-JUKOLA 2021 MAJOITUSALUEIDEN MERKINTÄ.....	50
8.1	Napapiiri-Jukola 2021 -tapahtuman majoitusalueet	50
8.2	Mittaushankkeen esittely.....	52
8.3	Majoitusalueiden perustamisen työvaiheet	54
8.4	Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden merkintämittaukset	56
8.4.1	Majoitusalueiden suunnittelu- ja valmistelutyöt	56
8.4.2	Maastotelttapaikkojen merkintätapa	58
8.4.3	Kilpailukeskuksen telttapaikkojen merkintätapa	60
8.4.4	Merkintälaitteiden esittely	61
8.4.5	Mittaustarkkuusarvot	62
8.4.6	Merkintämittausten suorittaminen	63
8.4.7	Merkintämittausten työntekijät.....	65
8.4.8	Ajankäyttö ja työkustannukset merkintämittauksissa.....	66
8.4.9	Merkintämittausten työkustannukset	67
8.5	Merkintämittausten virheanalyysi.....	68
8.6	Telttamajoitusalueiden viimeistely käyttökuntoon	69
9	NAPAPIIRI-JUKOLA 2021 OPASKARTTOJEN LAATIMINEN	73
9.1	Opaskartoille asetetut vaatimukset	73
9.2	Toteutetut opaskartat	73
9.3	Käytetyt menetelmät	74
9.4	Ajankäyttö opaskarttojen laatimisessa	75
9.5	Opaskarttojen hyödyntäminen tapahtuman yhteydessä	76
10	JOHTOPÄÄTÖKSET JA TYÖN POHDINTA	79
10.1	Työn tavoitteiden saavuttaminen	79
10.2	Työn johtopäätökset	80
10.3	Mittausten ja menetelmien luotettavuusanalyysi	82
10.4	Teoreettinen ja tutkimuseettinen pohdinta	82
10.5	Oppimiskokemuksia	84
10.6	Opinnäytetyön hyödynnettävyys.....	84
10.7	Jatkotutkimusten ja kehittämisen aiheita	85
10.8	Päätössanat.....	86

LÄHTEET	87
LIITTEET	95

ALKUSANAT

Napapiiri-Jukola 2021 -tapahtumaan liittyneet useat opinnäytetyöt osaltaan avaavat sitä valtavaa työmäärää, joka yhden viikonlopun aikana järjestettävän tapahtuman eteen on tehty. Opinnäytetyöni Napapiiri-Jukola 2021 -tapahtuman majoitusalueiden merkitsemisestä ja opaskarttojen laatimisesta esittelee myös yhden työvaiheen. Jukolan viesti on tunnettu siitä, että siellä maailman suunnistushuiput ja kuntoilijat pääsevät kisaamaan samoilla radoilla. Samoin on Jukolan järjestämisessä. Ammattilaiset ja talkoilijat tekevät työtä toistensa rinnalla ja samoissa tehtävissä, jotta tapahtuma, jota niin kovasti odotetaan, saadaan toteutettua.

Sain itse osallistua Napapiiri-Jukolan 2021 tekemiseen niin maanmittausalan ammattilaisen, opiskelijan, majoitusaluepäällikön kuin talkoolaisenkin roolissa. Haluan kiittää tästä mahdollisuudesta Napapiiri-Jukola 2021 organisaatiota, pääsihteerä Sami Leinosta ja kilpailujen johtaja Martti Anttilaa. Kenttävaliokunnan päällikkö, Taisto Pyy, sinä olit yksi tärkeistä tapahtuman rakentajista. Kiitos positiivisesta ja hyvästä asenteestasi, jota jaoit ympärillesi!

Tämän jukolaosuuden aloitin Anssi Koirikiven kanssa 2019. Kiitos Anssille yhteistyöstä alkumatkalla, joka oli välillä melkoista ”ryteikköä ja suota”. Paikansimme itsemme kartalle ja pääsimme eteenpäin rastilta toiselle. Oli hienoa saada työn ohjaajaksi ja osuusiännäksemme jukolakonkari itsekin, Teuvo Heimonen. Lapin ammattikorkeakoulun maanmittauskaluston turvin pystyin toteuttamaan tämän opinnäytetyön. Kiitokset kaluston lainasta! Kiitos myös Novatron Oy, kun sain käyttööni kesän 2021 ajaksi 3D-Win -ohjelmiston työtäni varten.

Loppuosuuden tulin tiukasti omaan suoritukseeni keskittyen. Tukea ja kannustusta sain perheeltäni. Kiitos Krista, Hilla, Helmi ja Otso, jotka olitte innokkaina mukana tekemässä Napapiiri-Jukolaa 2021 kanssani. Ja kiitos kaikille teille merkinnöissä ja työssä muuten avustaneille mittausryhmille ja -henkilöille!

Turhaan ei Jukolan viestiä kutsuta suunnistusväen jouluksi. En ole aiemmin ajatellut, että joululahjahan on se Jukola-tapahtuma. Nyt kun pääsin itse sitä lahjaa tekemään, arvostan sitä jatkossa entistä enemmän. Tsemppiä tuleville tekijöille!

Rovaniemellä, toukokuussa 2022, Teppo Kuusela

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

3D-Win	Novatron Oy:n omistuksessa oleva maanmittausalalla käytetty sovellusohjelma mittausaineiston käsittelyyn
DOP	Satelliittigeometrian laatua kuvaava arvo, minkä määrittely perustuu paikannuslaitteen tarkkuuteen vaikuttavien satelliittien sijaintiin
FIX	Satelliittimittauksissa käytetty termi, joka ilmaisee, että vastaanotin on alustettu, satelliittien ja vastaanottimen alkutuntemattomat arvot on ratkaistu ja vastaanottimen paikka on määritelty riittävän tarkasti mittaamista varten
FLOAT	Satelliittimittauksen termi, joka ilmaisee, että vastaanottimen paikkaa ei ole kyetty määrittämään tarkasti, vastaanottimen alustus on kesken tai se on kadotettu
GNSS	Satelliitteihin perustuva paikannusmenetelmä (Global Navigation Satellite System) Maan pinnalla tapahtuvaan sijainnin määrittämiseen liittyen
QGIS	Avoimen lähdekoodin paikkatieto-ohjelma (Quantum Geographic Information System) sijaintitietopohjaisen aineiston käsittelyyn ja analysoimiseen
RSK	Rajamerkin sijainnin pistekeskivirhe, joka ilmaisee rajamerkin sijainnin keskivirheen
RTK	satelliittimittausmenetelmä (Real Time Kinematic), jossa kahta satelliittivastaanotinta käytetään tarkan mittaustuloksen saavuttamiseksi toisen ollessa koordinaateiltaan tunnetulla pisteellä ja toisen mitatessa kohdetta
VRS-RTK	Verkko-RTK -menetelmä, jossa virtuaalisten tukiasemien avulla lasketaan verkkoratkaisu ja korjaustermit liikkuvan satelliittivastaanottimen sijainnin määrittämiseksi

1 JOHDANTO

Jukolan viesti on yksi Suomen suurimpia urheilu- ja yleisötapahtumia. Kyseessä on suunnistusviestitapahtuma, jossa yhden kesäkuun viikonlopun aikana kilpailaan lauantapäivänä naisten 4-osuuksisessa Venlojen viestissä ja lauantain ja sunnuntain välisenä yönä yleisten sarjojen 7-osuuksisessa Jukolan viestissä. Tapahtumiin on 2000-luvulla osallistunut noin 20 000 suunnistajaa ja lisäksi paikalla on ollut noin 15 000–25 000 tapahtumaan muuten osallistunutta henkilöä ja järjestäjää. Jukolan viesti järjestettiin Napapiiri-Jukola 2021 -tapahtumana Rovaniemellä poikkeuksellisesti vasta syksyllä 21.–22.8.2021 koronaviruspandemiasta johtuneiden muutoksien vuoksi. Tapahtuma pidettiin Rovaniemen Mäntyvaarassa raviradan toimiessa kilpailukeskuksena. Tapahtumaan osallistui noin 12 000 suunnistajaa ja noin 5 000 muuten tapahtumaan osallistunutta. (Kaukametsäläiset 2022a ja 2022c, Napapiiri-Jukola 2021a, Pyykkö 2021.)

Napapiiri-Jukolaan liittyvän opinnäytetyön aloittaminen tuli ajankohtaiseksi talvella 2019, kun Napapiiri-Jukola 2020 organisaatio ja tapahtuman järjestänyt urheiluseura Ounasvaaran hiihtoseura ry pyysivät minua seuran aktiivijäsenenä ja maanmittausalan opiskelijana ottamaan vastuun tapahtuman telttamajoitusalueiden perustamisesta. Otin tehtävän vastaan. Työn toimeksiantajana toimi Napapiiri-Jukola 2020 -organisaatio.

Alun perin opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja perustaa Napapiiri-Jukola 2020 -tapahtuman majoitusalueet sekä laatia paikkatietoaineisto majoitusalueista tapahtuman aikaista telttapaikkojen vuokraamista varten tulevaan varausjärjestelmään yhdessä maanmittaustekniikan opiskelijan Anssi Koirikiven kanssa. Korona-epidemia keväällä 2020 siirsi niin tapahtumaa kuin omaa opinnäytetyötäkin myöhemmäksi. Anssi Koirikivi raportoi omassa vuonna 2020 valmistuneessa opinnäytetyössään (Koirikivi 2020) yhdessä tekemiämme suunnittelutyön vaiheita, maaston kartoittamista (liite 1) ja majoitusalueiden paikkatietoaineiston luomista sekä työskentelyn taustalla huomioon otettuja asioita ja määryksiä.

Lopulliseksi opinnäytetyön tavoitteeksi omalta osaltani rajautui kesällä 2021 majoitusalueiden aluesuunnittelun jatkaminen, telttapaikkojen merkitseminen ja majoitusalueiden toteuttaminen aiemmin laaditun suunnitelmien pohjalta. Napapiiri-Jukola 2021 -tapahtumassa vuokrattavat majoitusalueet olivat metsässä olevia 10 metriä kertaa 10 metriä (myöhemmin ilmaistu muodossa 10 m x 10 m) kokoisia telttapaikkoja, joita oli noin 1350 kappaletta, kilpailukeskuksessa olevia puolijoukkuetelttapaikkoja, joita oli vajaat 400 kappaletta sekä 5 m x 6 m kokoisia tuulisuoja-alueita eli joukkueiden huoltoteloille varattuja alueita, joita oli reilut 200 kappaletta.

Yksityiskohtaisempi tavoite ja päämäärä oli merkitä GNSS-satelliittipaikantimen avulla majoitusalueet puupaaluin maastoon tapahtuman alkuun 20.8.2021 mennessä. Lisäksi tavoitteena oli toteuttaa telttamajoitusalueisiin liittyvät opasteet ja infokartat paikkatietoaineiston pohjalta QGIS-ohjelmiston avulla. Opinnäytetyön päämääränä oli myös jakaa opinnäytetyön avulla majoitusalueiden suunnitteluun ja toteuttamiseen liittyvää tietoa tuleville tapahtumajärjestäjille niin Jukolan viestiin kuin muihinkin vastaaviin tapahtumiin liittyen. Päämääränä oli myös opetella itsenäistä maanmittausalan yrittäjyyttä ja vastata projektin toteuttamisesta oman Y-tunnuksellisen OP Kevytyrittäjä -palvelun kautta.

Opinnäytetyön toteuttaminen edellytti toimimista osana Napapiiri-Jukola 2021 -organisaatiota kenttävaliokunnan alaisuudessa. Työ edellytti jatkuvaa yhteistyötä muiden tapahtuman suunnitteluun osallistuvien, valiokuntien ja yhteistyötoimijoiden kanssa. Työssä tuli hallita maanmittausalan mittaustekniikkaa, aluesuunnittelun pääperiaatteet sekä sovellus- ja paikkatietotekniikan ohjelmistojen käyttö mittaustietojen käsittelyssä ja luomisessa sekä opaskarttojen laatimisessa. Työ oli monialaista ja merkityksellistä tapahtuman toteuttamisen ja onnistumisen kannalta.

Opinnäytetyössä kuvataan Napapiiri-Jukola 2021 -tapahtuman majoitusalueiden merkintämittauksia, mittauksissa käytetyn paikkatietoaineiston käsittelyä sovel-lusohjelmalla 3D-Win ja majoitusalueiden opaskarttojen laadintaa QGIS-paikkatietoaineistolla. Työssä esitellään myös tuloksia sekä työvaiheet valmiiden telttamajoitusalueiden toteuttamiseen liittyen.

2 JUKOLAN VIESTI

2.1 Yleistietoa Jukolan viesti -tapahtumasta

Jukolan viesti on vuodesta 1949 lähtien eri puolilla Suomea järjestetty suunnistusviestitapahtuma. Sen järjestelyistä vastaavat tapahtuman perustanut taustaorganisaatio Kaukametsäläiset ry, Suomen Suunnistusliitto ja suurimman järjestelytyön tekevä tapahtumapaikkakunnan urheiluseura. Tapahtumaan liittyy useita yhteistyötahoja kuten esimerkiksi Suomen puolustusvoimat ja Yleisradio. Tapahtuman innoittajana on ollut Aleksis Kiven Seitsemän veljestä -romaani, mikä näkyy muun muassa tapahtuman ja tapahtuma-alueen nimistössä. (Kaukametsäläiset 2022a, Kivi 2007.)

Jukolan viesti on yleisnimitys kesäkuussa järjestettävälle suunnistustapahtumalle, jossa naiset kilpailevat 4-osuuksisessa 23–31 km pitkässä Venlojen viestissä ja yleiseen sarjaan osallistuvat miehet, ja niin halutessaan myös naiset, 7-osuuksisessa 70–90 km pitkässä Jukolan viestissä. Tapahtuma on ainutlaatuinen, koska samassa tapahtumassa ja samoilla suunnistusradoilla kilpailevat yhdessä niin maailman huippusuunnistajat kuin kuntoilijatkin eri suunnistusseuroissa. Kilpailu on avoin myös ei-seurajoukkueille. (Tenhola 2013, Kaukametsäläiset 2022a.)

Osallistujamäärät ovat vakiintuneet noin 15 000 suunnistajaan, joista Venlojen viestissä on ollut 1200–1700 joukkuetta ja Jukolan viestissä 1500–2000 joukkuetta. Kilpailijoita on ollut noin 20–25 maasta ulkomaalaisosuuden ollessa noin 20 prosenttia. Tapahtuma-alueella on vierailut suunnistajien lisäksi tapahtuman sijainnista ja tapahtuma-ajankohdan säästä riippuen noin 10 000–20 000 henkilöä eli yhteensä alueella on voinut käydä noin 40 000 henkilöä viikonlopun aikana. (Kaukametsäläiset 2022a-c.) Jukolan viesti on siinä mielessä poikkeuksellinen urheilutapahtuma, että suurin osa osallistujista viettää alueella koko viikonlopun ja majoittuu teltoissa tapahtuma-alueella.

Tapahtuman järjestelyistä vastaa iso organisaatio, jonka keskeisimpiä toimijoita ovat pääsihteeri, kilpailun johtaja sekä eri valiokuntien johtajat. Ilman satoja vapaaehtoisia ja talkoolaisia tapahtuman järjestäminen ei olisi mahdollista eikä taloudellisesti kannattavaa. Tapahtumaan liittyvän talkootyön määräksi on arvioitu

noin 12 000–15 000 henkilötyöpäivää. (Kaukametsäläiset 2022a, Napapiiri-Jukola 2020a.) Jukolan viestin valiokuntia ja niiden keskeisimpiä vastuualueita on esitelty seuraavassa luettelossa (Napapiiri-Jukola 2020):

- **areenatuotanto** (audiovisuaalisen seuraamisen suunnittelu),
- **huolto** (suunnittelee ja vastaa huoltotehtävistä, tarvikehankinnoista ja varastoinnista),
- **ICT- ja tulospalvelu** (vastaa tietoliikennetoiminnoista ja tulospalvelusta),
- **kartta- ja rata** (vastaa kilpailun karttojen ja ratojen suunnittelusta),
- **kenttävaliokunta** (vastaa sähkö- ja vesitoiminnoista, kilpailukeskuksen rakentamisesta, purkamisesta sekä majoitusalueiden perustamisesta),
- **kilpailuvaliokunta** (vastaa kilpailun lähtö-, vaihto- ja maalitoiminnoista),
- **liikenne ja turvallisuus** (vastaa liikenteen ohjauksesta, ensiavusta, lääkinnästä, järjestyksenvalvonnasta sekä tapahtuman turvallisuudesta),
- **talous ja markkinointi** (huolehtii talousasioista ja yhteistyökumppanien hankinnasta),
- **ohjelma** (vastaa tapahtuman ohjelmista ja oheistoiminnoista esim. lasten maailma ja metsäkirkko),
- **ravintola** (vastaa tapahtuman ruokahuollosta),
- **toimisto** (vastaa tapahtuman infopalveluista ja kilpailumateriaaleista),
- **viestintä** (huolehtii sisällöntuotannosta ja tiedottamisesta) ja
- **ympäristö** (vastaa tapahtuman ympäristösuunnittelusta, -velvoitteista sekä jäte- ja hygieniapisteiden huollosta).

Varsinaisen suunnistuskilpailun lisäksi Jukolan viesti on paisunut suureksi masatapahtumaksi. Tapahtuma edellyttää aluesuunnittelua, jossa valiokuntien suunnittelutyö ja tapahtumassa vaadittavat toiminnot itse kilpailun läpivientiä sekä osallistujien majoittumista, ruokailua, peseytymistä, huoltoa, liikennettä, pelastautumista ja turvallisuutta sekä muita perus-, ohjelma-, media- ja kaupallisia toimintoja varten on suunniteltava huolellisesti ja myös sijoitettava kartalle.

Jukolan viestin taustaorganisaation Kaukametsäläiset ry:n alkuperäisenä tavoitteena on ollut järjestää Ruotsissa 1945 aloitetun Tiomilan kaltainen iso suunnistusviestitapahtuma myös Suomessa. Kaukametsäläiset ry:n (2022d) tehtävänä

on huolehtia, että Jukolan viesti järjestetään, se tehdään laadukkaasti ja järjestyksessä kunnioitetaan Aleksis Kiven (esim. 2007) Seitsemän veljestä -teoksen hengessä luotuja perinteitä. Kaukametsäläiset ry (2022a) on laatinut voittajajoukkueen luettavaksi myös Jukolan viestin sanoman, jolla pyritään ottamaan kantaa johonkin ajankohtaiseen yhteisöön, ryhmään tai tärkeäksi katsomaansa asiaan. Tärkeä tavoite tapahtumalla on nykyään edistää ja ylläpitää suunnistusharrastusta ja motivoida ihmisiä yhteisölliseen liikkumiseen.

Onnistuessaan tapahtuma tukee taloudellisesti paikallista urheiluseura- ja yritystoimintaa, paikkakuntaa sekä Kaukametsäläiset ry:n ja Suomen Suunnistusliiton kautta myös laajemmin suunnistusurheilua tukevaa toimintaa (Kaukametsäläiset 2022 d). Tapahtuman aluetaloudelliset vaikutukset voivat olla 3–5 miljoonaa euroa ja tapahtuman budjetti yli miljoonaa euroa (Pyykkö 2021). Merkittävimpiä tuloja ovat yhteistyö- ja sponsorointisopimukset, osallistumismaksut, majoitusalueiden vuokraamistulot ja kaupallisesta toiminnasta saatavat tulot. Tapahtuman järjestämiseen liittyvät kulut, televisiointi, sopimukset taustaorganisaation, Suomen Suunnistusliiton ja alueen omistavien kanssa ovat isoimpia menoeriä.

2.2 Napapiiri-Jukola 2021

Ounasvaaran hiihtoseura ry:n järjesti Rovaniemen Mäntyvaaran raviradan alueella 72. Jukolan viestin ja 43. Venlojen viestin, joka sai nimekseen Napapiiri-Jukola (kuvio 1). Jukolan viesti järjestettiin Lapissa nyt kolmannen kerran sen historiassa. Napapiiri-Jukola 2020 -tapahtuman valmistelut aloitettiin vuonna 2013 ja aktiivisempi työvaihe oli noin 2–3 vuotta ennen tapahtuma-ajankohtaa. Tapahtuma piti alun perin järjestää kesäkuussa 2020, mutta koronaviruspandemian vuoksi tapahtuma jouduttiin siirtämään maaliskuussa 2020 seuraavaan vuoteen 2021, jolloin sen nimeksi muutettiin Napapiiri-Jukola 2021. Huhtikuussa 2021 tapahtuma jouduttiin siirtämään vielä uudestaan elokuuhun 2021. Tapahtuma pystyttiin lopulta järjestämään 21.–22. elokuuta 2022. (mm. Kaukametsäläiset 2022b, Napapiiri-Jukola 2021a-b.)



Kuvio 1. Napapiiri-Jukola 2020 tapahtuman alkuperäinen SEVEN-1 yrityksen laatima logo ja ilmoitus tapahtuman siirtämisestä vuoteen 2021 (Jukolan viesti 2020).

Historiallista Napapiiri-Jukola 2021 -tapahtuman järjestämisessä oli kilpailun johtajan Martti Anttilan (Napapiiri-Jukola 2021b) mukaan se, että koskaan aiemmin Jukolan viesti ei ole jäänyt pitämättä, kuten nyt vuonna 2020 ja uudelleen kesällä 2021, eikä koskaan aiemmin tapahtumaa ole järjestetty syksyllä, jolloin pimeys kesti pitempään kuin koskaan aikaisemmin. 21.8.2021 pimeys kesti noin klo 21–5 (Tähtitieteellinen yhdistys Ursa 2022). Napapiiri-Jukola 2021 sai lempinimen kaikkien aikojen pimeimpänä Jukolana, vaikka sen piti olla valoisa kesäyön Jukola.

Napapiiri-Jukola 2021 kokosi koronaviruspandemiaan liittyvien muutosten ja rajoitusten vuoksi vähemmän osallistujia kuin normaalisti. Tapahtumaan osallistui 12 000 suunnistajaa, joista Venlojen Viestiin oli ilmoittautunut 999 joukkuetta ja Jukolan viestiin 1220 joukkuetta. Matkaan lähti lopulta yhteensä vain 1734 joukkuetta 486 joukkueen jäädessä pois kilpailusta. Napapiiri-Jukola 2021 -tapahtuma-alueella arvioitiin olleen yhteensä noin 17 000 henkilöä suunnistajat, muut osallistujat ja tapahtuman järjestäjät mukaan laskien. (Kaukametsäläiset 2022b, Kaukametsäläiset 2022 c, Pyykkö 2021.)

Napapiiri-Jukola 2021 sai paljon positiivista palautetta. Huolimatta lukuisista haasteista ja muutoksista, tapahtuman järjestelyjä keuhuttiin ja kiiteltiin (mm. Pyykkö 2021, Hirvinen 2021). Tapahtuma palkittiin myös Suomen Suunnistusliiton vuoden 2021 parhaiden suunnistajien ja toimijoiden palkitsemistilaisuudessa Vuoden PR-teko tai tapahtuma -sarjan parhaana (Suomen Suunnistusliitto 2021). Tapahtuma on saanut myös monia alueellisia palkintoja ja tunnustuksia.

3 MERKINTÄMITTAUKSET

3.1 Geodeettiset mittaukset

Geodesia on ala, joka mittaa ja kartoittaa tarkasti Maan pintaa ja sen päällä olevia kohteita, Maan muotoa ja painovoimakenttää sekä niiden kaikkien ajallisia muutoksia (Vermeer 2017). Geodeettisia mittaustehtäviä, joita voidaan kutsua myös geospaatiallisiksi mittauksiksi, ovat esimerkiksi kartoitus- ja merkintämittaukset, laadunvarmistusmittaukset, rakenteiden mittaukset, tukiasemien alustaminen ja ylläpito, työkoneiden ja tukiasemien tarkastusmittaukset, koneautomaatio sekä niiden dokumentointi (buildingSMART Finland 2019, 25, Geotrim Oy 2021).

Maanmittauksen ammattilaisen, maanmittarin, on tunnettava Vermeerin (2017, 17–18) ja Laurilan (2020) mukaan maastossa tehtäviin mittauksiin liittyen seuraavia asioita: mittauksissa käytettävät kojeet ja tekniikka, mittaussuunnitelma (mittausperusta) ottaen huomioon mittaolosuhteet, geodeettinen laskenta ja siihen liittyen erityisesti koordinaatit ja niiden muunnokset, johdannaissuureet ja tarkkuusvaatimukset, maastoon merkinnän periaatteet sekä mittausvaatimukset. Lisäksi on ymmärrettävä paikkatietojärjestelmien tuottamiseen, ylläpitämiseen ja hyödyntämiseen liittyviä vaatimuksia sekä esimerkiksi karttojen laatimisen, työn raportoinnin ja tulostamisen menetelmät.

Tässä opinnäytetyössä kuvataan Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden perustamisessa käytettyjä mittaustehtäviä ja niissä huomioitavia mittausteknisiä asioita. Tässä luvussa keskitytään tarkemmin maastossa tapahtuviin mittauksiin eli maastomittauksiin, jolle Vermeer (2017, 17) määrittelee kolme yhdyskuntateknisesti tärkeää tehtävää: 1) luoda mittausten avulla tunnettuun koordinaatistoon sidottu runko kartoitukselle, 2) kartoittaa maaston yksityiskohtia runkopisteitä käyttäen ja 3) merkitä maastoon suunnitelman mukaiset kohteet oikeille paikoille. Maastoon merkintä eli merkintämittaus on tässä työssä käytetty mittaustapa, joten tämä työ keskittyy ensisijaisesti sen esittelyyn.

3.2 Merkintämittaukset

Merkintämittaus on mittausmenetelmä, jossa maastoon merkitään mittaustehtävään kuuluvia pisteitä, linjoja, viivoja, kaaria, murtoviivoja, linjauksia, digitaalisia maastomalleja, alueita tai korkeuksia (Trimble 2021). Merkintämittausten avulla tuotetaan sijaintitietoa maastoon esimerkiksi maanomistajille, rakentajille tai kiinteistöjärjestelmän ylläpitäjille. Merkintää voi tehdä maastoon tai rakennustyömaille eri tavoilla. Siihen vaikuttaa valittu merkintätapa, merkinnän näkyvyys- tai paikallaan pysyvyys-, poistettavuus- ja sijaintivaatimukset. Merkintätavan osalta on ratkaistava, merkitäänkö esimerkiksi oikea paikka, sivumitta tiettyyn pisteeseen tai linjaan vai jokin muu sijaintitieto. (Lagerström 2009, 22.)

Merkintämittaus on kiinteistömuodostamis- ja rakennusvalvontamittauksissa määräävä ja lainvoimainen mittausmenetelmä, mikä tarkoittaa, että maastoon määrätään kiinteistötoimituksessa ja merkitään toimituspäätöksessä osoitetut kiinteistöjen rajat, muodostetaan sitovan tonttijaon mukainen tontti merkitsemällä hyväksytyin asemapiirustusten mukaisen tontin rajapisteet tai rakennusluvan mukaisesti määrätyt rakennuksen nurkat ja rakennuspaikan korkeusasema (mm. Maanmittauslaitos 2003, 2017, Kuntaliitto 2022, Rovaniemen kaupunki 2022). Rajan merkitsemiseen käytetään rajapyykkiä, mikä on kiinteistörajaa osoittava, maastoon pysyvästi rakennettu rajamerkki (Maanmittauslaitos 2017), jota ei saa poistaa ilman lupaa.

Kiinteistötoimituksissa käytettäviä kiinteästi maastoon sijoitettavia rajamerkkejä ovat metallista valmistetut putki- ja pulttipyykit, betonipyykit ja ennen yleisesti käytössä olleet kivipyykit (Maanmittauslaitos 2017). Merkintätapana voidaan käyttää myös esimerkiksi puupaalua tai teräskärkistä muovipaalua tonttijaon mukaisen vuokratontin, tielinjan, kaavarajan, nautintarajan, käyttöoikeus- ja käyttörajoitusalueen rajan merkitsemiseen. Paalu on Vermeerin (2017, 233) mukaan tarkka merkki, jonka kohdalle rakennetaan esimerkiksi rajamerkki. Paalu voi myös itsessään kuvata rajapistettä ja siihen voidaan merkitä tarvittaessa myös rajapisteen tunnus. Rakennusluvan mukaisia kohteita merkitään maastoon yleensä puupaaluin. (Kuntaliitto 2022, Rovaniemen kaupunki 2022, Vermeer 2017, 239.)

Rakennus- ja perustamismittauksissa voidaan merkitä esimerkiksi kiinteistötoimituksessa määrättyjen teiden ja väylien, rakennusluvan mukaisten rakennusten, infrarakentamisen ja kunnallisteknisten kohteiden, tietyömaalla esimerkiksi putki- ja tielinjojen, sekä niiden apupisteiden sijaintia ja korkeusasemaa (Liikennevirasto 2017, 3D-system 2022, PK-Mittaus 2022). Kaivosmittauksissa käytetään myös merkintämittausmenetelmiä. Merkintämittauksilla voidaan merkitä myös väliaikaisia kohteita, jotka tukevat ja auttavat varsinaisen mittaustehtävän suorittamista. Merkitsemisvälineenä voidaan käyttää myös merkintämaalia, rimassa kiinni olevaa korkolappua tai esimerkiksi kovaan materiaaliin kiinnitettävää nauvaa, pulttia tai reikää (Lagerström 2009, 23–24).

Merkintämittauksia edeltävät useat eri työvaiheet. Merkintämittausprojektiin voidaan tulkita kuuluvaksi Tie- ja ratahankkeiden maastotietojen mittausohjeen (Liikennevirasto 2017) mukaisesti ainakin nämä vaiheet: 1) projektin aloitus ja mittausperustan laatiminen, 2) mittaussuunnitelman laatiminen, 3) pisteaineiston käsittely ja rakentaminen, 4) merkintämittausten suorittaminen, 5) laskenta ja laadunvarmistus sekä 6) projektin dokumentointi ja raportointi.

Ennen merkitsemisiä voidaan tehdä merkintäkohteiden sijaintiin ja suunnitteluun liittyviä aineistojen käsittelyjä sekä merkintöjen luotettavuutta varmistavia mittauksia, joita voivat olla kartoitusmittaukset (esim. Maanmittauslaitos 2003) tai maastomallin laadinta suunnittelukohteesta (esim. Liikennevirasto 2017b). Näiden mittausten avulla voidaan kartoittaa merkintämittauksiin vaikuttavia alueita ja kohteita, täydentää mittaussuunnitelmaa sekä selvittää esimerkiksi maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) kaavoittamisprosessissa tai kiinteistötoimituksessa vaadittavia tietoja, jotka liittyvät maastoon, sen käyttöön tai epäselviin rajoihin.

3.3 Merkintämittausten vaatimukset ja ohjeistukset

Useat merkintämittauksia koskevat vaatimukset liittyvät kiinteistörajojen merkitsemiseen, rajamerkkeihin liittyviin tarkkuusvaatimuksiin tai rajojen määrittämisessä käytettyihin mittaustapoihin. Kiinteistönmuodostamislain (554/1995, 185 §) mukaan uuden rekisteriyksikön eli kiinteistön raja on merkittävä maastoon täs-

mällisesti ja pysyvästi. Rajamerkkien merkinnästä puolestaan on määrätty ja ohjeistettu täsmällisemmin Maanmittauslaitoksen (2011) määräyksessä mitausten tarkkuudesta ja rajamerkeistä.

Kiinteistörajojen merkintätapa riippuu kiinteistötoimituksissa mitausluokasta ja merkittävän kohteen sijainnista esimerkiksi sen mukaan sijaitseeko kohde taajamassa, haja-asutusalueella vaiko maa- ja metsätalousmaalla (Maanmittauslaitos 2003, 5). Nämä asiat vaikuttavat puolestaan rajamerkkien sijaintitarkkuutta määrittävän RSK-luvun (Maanmittauslaitos 2011) eli sijaintitarkkuuden pistekeskivirheen vaatimukseen. RSK-luku kertoo kiinteistörekisteripisteen tarkkuuden. Maanmittauslaitoksen toimituksiin liittyvästä uusien rajamerkkien rakentamisesta eli rajojen merkitsemisen maastotöistä on määrätty myös Toimitusmenettelyn käsikirjassa (Maanmittauslaitos 2022c).

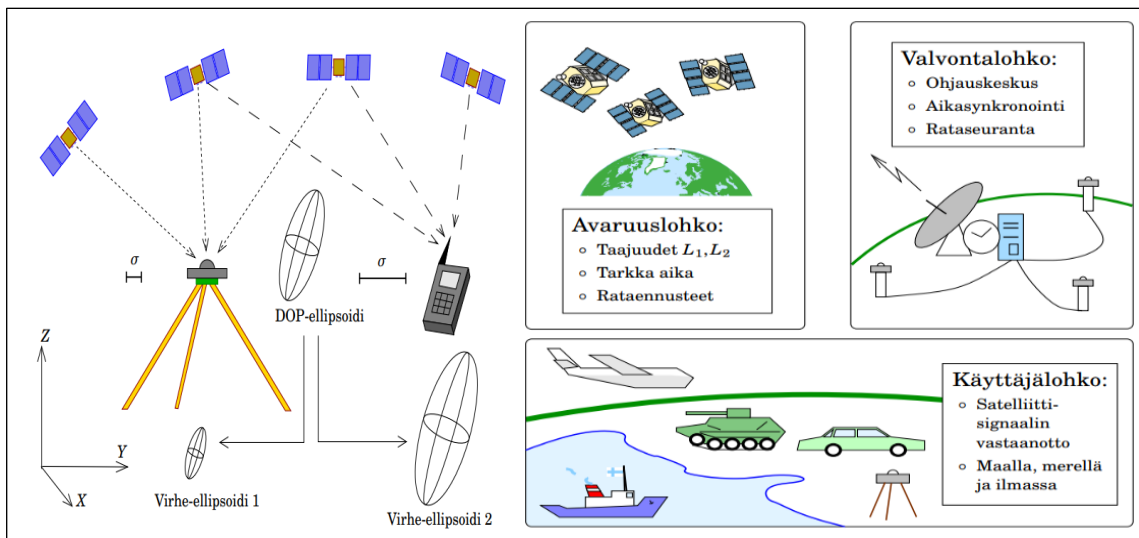
Merkintämittauksen mitaustapa riippuu Lagerströmin (2009, 16) mukaan ennen kaikkea merkittävän kohteen laadusta ja muista tarpeista, jotka liittyvät esimerkiksi merkittävän kohteen pysyvyyteen tai poistettavuuteen, tarkkuuteen, näkyvyyteen sekä merkin sijaintiin, olemassa oleviin mitausmahdollisuuksiin sekä mitausolosuhteisiin. On hyvä muistaa, että käytetyn mitaustavan valintaan vaikuttaa mitausten laatu-, tarkkuus- ja lakisääteisten vaatimusten lisäksi aina myös käytettävissä olevat aika-, kustannus-, osaamis- ja laiteresurssit.

Maanmittauslaitoksen (2011) määräyksessä mitausten tarkkuudesta ja rajamerkeistä on kerrottu käytettävistä mittalaitteista ja -menetelmistä. Rajamerkkien mitauksessa ja merkinnässä voidaan käyttää tilanteesta riippuen takymetrimittausta, satelliittipaikantimella suoritettavaa RTK-mittausta tai verkko-RTK-mittausta ja tietyissä tapauksissa myös suorakulmaista kartoitusta.

4 MITTAUSMENETELMIÄ MERKINTÄMITTAUKSISSA

4.1 Satelliittipaikannus

Satelliittipaikannus on eri satelliittipaikannusjärjestelmien avulla tehtävää paikannuslaitteen sijainnin määrittystä. Se perustuu Vermeerin (2019, 283–284, kuvio 2) mukaan noin 20 000 kilometrin korkeudessa avaruudessa Maata kiertäviin paikannussatelliitteihin (avaruuslohko), niiden lähettämään paikannussignaaliin ja Maan pinnalla oleviin tukiasemapaalveluihin (valvontalohko) sekä paikannuslaitteen (satelliittipaikannin) ja satelliittien välisen sijainnin ja etäisyyden määrittämiseen. Ensimmäinen paikannustoimintoa mahdollistava satelliitti lähetettiin avaruuteen 1957 ja vuonna 2020 toiminnassa oli 134 satelliittia, joista maksimissaan 49 on havaittavissa Suomen alueella (Geotrim Oy 2021, Laurila 2020, 250–252).



Kuvio 2. Satelliittipaikannuksen toimintaperiaate ja siihen liittyvät lohkot Maan pinnalla (Vermeer 2019, 283, 310).

Paikannuslaitteen sijainti on hyvän mittausgeometrian minimivaatimuksen mukaisesti mahdollista määrittää vähintään 6–7 suoraan, esteettä havaitun satelliitin lähettämän paikannussignaalin (radioaalto) avulla. Huomioon on otettava riittävän sijaintitarkkuuden saavuttamiseksi myös tukiasemaverkkojen tiedossa olevat tai laskemat korjaustiedot satelliittien lähettämään paikannussignaaliin, esimerkiksi satelliittien kiertoratapoikkeama, aurinko- ja ilmakehävaikutus, sekä paikannussignaalien lähetys- ja saapumisaikojen eroista laskettava paikannuslaitteen kellopoikkeama. (Maanmittaus 2022a, Maanmittaus 2022b, Geotrim Oy 2022, Vermeer 2019, 283–284.)

Satelliittimittauksesta puhuttaessa käytetään termiä GNSS (*Global Navigation Satellite System*), mikä tarkoittaa eri maiden kehittämiä ja ylläpitämiä satelliittipaikannusjärjestelmiä, joiden sujuvan yhteiskäytön avulla saadaan koko maailmaa palveleva satelliittipaikannusjärjestelmä. GNSS-paikannusmenetelmässä sijainnin määrittämiseen voidaan käyttää yhdysvaltalaisista Navstar GPS-järjestelmää (*Global Positioning System*), venäläistä GLONASS-järjestelmää (*Globalnaja navigatsionnaja sputnikovaja sistema*) tai eurooppalaista Galileo-järjestelmää. Lisäksi käytetään kiinalaista BeiDou-, japanilaista QZSS- ja intialaista Navic-järjestelmää. (Geotrim Oy 2022, Laurila 2012, 2020, Maanmittauslaitos 2022a.)

Satelliittipaikannusmittauksia voidaan tehdä absoluuttisena eli yhden paikannuslaitteen avulla ja suhteellisena eli paikannuslaitteen ja vertailevan vastaanottimen avulla. Suhteellisia menetelmiä ovat differentiaalinen, kinemaattinen (liikkuvana) reaaliaikainen mittaus tai staattinen (paikallaan pysyvä) jälkilaskentaan perustuva mittaus (Laurila 2020, 254).

Absoluuttinen paikannus on paikanmäärittäystä muutamien havaitun satelliitin lähettämän signaalikoodin suhteen yksittäisellä laitteella esimerkiksi älykelloissa, arkikäytön GPS-paikantimissa tai matkapuhelimissa, jolloin voidaan päästä parhaimmillaan noin 5–10 metrin mittatarkkuuteen. (mm. Vermeer 2019, Laurila 2012, Poutala 2016). Mobiililaitteissa voidaan hyödyntää nykyään myös avustettua satelliittipaikannusta A-GNSS (*assisted GNSS*), joka nopeuttaa paikannusta ja parantaa sijaintitietojen tarkkuutta (Matilainen 2020).

Eräs absoluuttisen paikannuksen muoto on yhdellä paikannuslaitteella ilman korjauspalveluita tehtävää tarkkaa pistepaikannusta (PPP, *Precise Point Positioning*). Menetelmä perustuu pitkään havaintoaikaan, eritaajuuksiin koodi- ja vaihehavaintoihin sekä tarkkoihin avaruus- ja valvontalohkon tietoihin. Mittaustapaa käytetään esimerkiksi staattisissa pistemittauksissa, joita ovat esim. runkopisteiden mittaukset GNSS-laitteilla. Ne ovat aikaa vieviä ja hitaita, mutta jälkilaskennan avulla sijaintitarkkuus on jopa millimetrejä ja sitä tarkemmaksi ei oikeastaan paikan määrittelyssä enää pääse. (Laurila 2020, 255, Vermeer 2019.)

Differentiaalinen paikannustapa, yleisemmin DGPS tai DGNSS (*differential GPS* tai GNSS), perustuu tiedossa olevan vertaus- eli tukiaseman ja liikkuvan vastaan-

ottimen eli roverin väliseen etäisyysmittaukseen korjausdatan avulla, jolloin voidaan päästä alle 0,5 metrin tarkkuuteen. Mittaustapaa käytetään esimerkiksi paikkatietojen keräämiseen. Tässä menetelmässä paikannuslaitteen lisäksi tarvitaan korjauspalveluja tarjoava tukiasema. (Laurila 2020, 255, Poutala 2016, 257.)

Kinemaattista tosiaikaista tekniikkaa hyödynnetään puolestaan nopeutta vaativissa paikallisissa paikannusmittauksissa ja niitä kutsutaan RTK-mittauksiksi (*Real-Time Kinematic*). Niillä voidaan saavuttaa alle 5 cm mittaustarkkuus. (Poutala 2016, 262–263, Laurila 2020, 256, Suomen Geoteknillinen Yhdistys 2017, 25.) Näitä menetelmiä käytetään yleisesti merkintämittauksissa ja tarkastellaan seuraavassa tarkemmin.

4.2 RTK ja verkko-RTK -mittaukset

Reaaliaikaista vaihehavaintoihin perustuvaa GNSS-mittausta eli RTK-mittausta on käytetty 1990-luvun alusta lähtien (Geotrim Oy 2020, 2021). Mittausmenetelmässä on käytössä samanaikaisesti vähintään kaksi GNSS-paikannuslaitetta, jotka seuraavat samoja satelliitteja. Näistä toisen eli tukiaseman (vertailuvastaanotin) sijainti on kiinteä ja tarkkaan tunnetulla pisteellä. Toisen eli paikantavan vastaanottimen (*rover*, liikkuva) avulla määritetään halutun kohteen sijaintia reaaliaikaisesti. Sijaintimittaus perustuu laitteiden välisen paikkavektoriin määrittämiseen eli siihen, että molemmat asemat mittaavat etäisyyttä havaittuihin satelliitteihin, tukiasema laskee vertailuvastaanottimen sijaintiin vaikuttavia korjauksia ja lähettää korjaussignaalia liikkuvalla paikannuslaitteelle, jonka sijainti lasketaan vertailuvastaanottimen suhteen. (Maanmittauslaitos 2011, Poutanen 2016, 265, Laurila 2020, 256, Suomen Geoteknillinen Yhdistys 2017, 25, Geotrim Oy 2021.)

Mittauksen tarkkuus on yleensä senttimetriluokkaa, mutta vähintään 0,5–5 m luokkaa. RTK-mittausta käytetään hyvän tarkkuutensa vuoksi maanmittauksessa ja rakentamisen mittauksissa esim. kartoitus-, maasto- ja merkintämittauksissa, mutta tietyissä tapauksissa tarkkuus riittää myös kiintopistemittauksiin. Liian kaukana kiinteästä tukiasemasta (yli 10 km välimatka) sekä peitteisillä ja monitieheijastuksien (esim. vesistöt) alueilla siihen kohdistuu kuitenkin mittaamisen tarkkuutta heikentäviä häiriöitä, mittaus on aikaa vievää ja kallista kahden GNSS-

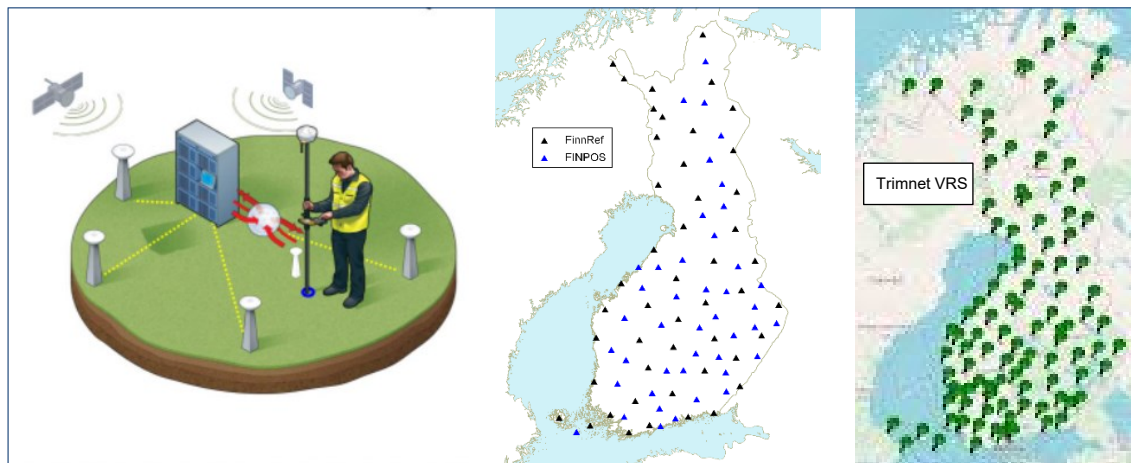
laitteen vaatimuksen takia. (JUHTA 2012a, Maanmittauslaitos 2011, Laurila 2012, 319.)

Verkko-RTK-menetelmän avulla voidaan huomattavasti laajentaa ja nopeuttaa perinteisen RTK-menetelmän mittausaluetta. Verkko-RTK:n menetelmä on ammattilaiskäytössä 2000-luvun alusta lähtien yleistynyt mittaustapa ja se on tehostanut muun muassa paikkatiedon keruuta ja käyttöä ympäristö- ja muun tutkimuksen parissa, koneautomaatiota sekä paikannusautomaatiikkaa eri työkoneissa (Geotrim Oy 2020, 2021). Verkko-RTK -menetelmästä on olemassa eri versiota kuten VRS (*Virtual Reference Station*), FKP (*Flächen Korrektur Parameter*) ja MAC (*Master Auxiliary Concept*) (Koivula 2014).

VRS-RTK-menetelmässä vastaanottimen viereen perustetaan laskennallisesti virtuaalinen tukiasema, joka määrittyy kiinteän tukiasemaverkon havaitseman satelliittidatan mallintamisen ja korjaamisen avulla. Vastaanotin eli GNSS-paikannuslaite muodostaa yhteyden erilliseen matkapuhelinlaitteeseen, jonka matkapuhelinverkkoa käyttämällä luodaan yhteys saatavilla oleviin palvelun tarjoajan ylläpitämiin tai hyödyntämiin GNSS-tukiasemiin. Tukiasemien mallintamat ja korjaamat satelliittidatan korjaussignaalit jaetaan mobiilidatayhteyden kautta matkapuhelimeen (esim. GSM-viestinä) ja siitä reaaliaikaisesti paikanninlaitteeseen, jonka viereen palveluntarjoajan laskentakeskus on luonut virtuaalisen tukiaseman. Tämän virtuaalisen tukiaseman avulla voidaan laskea niin kutsuttu verkko-ratkaisu ja korjausarvot halutulla sijaintitarkkuudella liikkuvan GNSS-paikannuslaitteen senttimetritarkan sijainnin määrittämiseksi. (Maanmittauslaitos 2011, Laurila 2012, 320–322, Geotrim Oy 2021, 2022, Suomen Geoteknillinen Yhdistys 2017, 25.)

Suomessa on käytössä laaja ja kattava verkosto virtuaalitukiasema-ajatuksella toimivia tosiaikaisia verkstoratkaisuja GNSS-paikannuslaitteille, kuten kuvion 3 mukaisesti yli sadan tukiaseman Trimnet VRS ja yli yhdeksänkymmenen tukiaseman FinnRef ja FINPOS. Näiden lisäksi on myös Leica Geosystemsin HxGN SmartNet-tukiasemaverkosto. Geotrim Oy:n Trimnet VRS- ja Maanmittauslaitoksen FinnRef- ja FINPOS-tukiasemien reaaliaikaista paikannusdataa voi hankkia maksullisen raakadatapalvelun kautta ja sitä voivat hyödyntää erilaiset palvelun tarjoajat sekä yksityishenkilöt. Palvelun hankkinut asiakas saa tunnuksien avulla

yhteyden palveluun, josta datavirtaa lähetetään asiakkaalle internetin välityksellä NTRIP-protokollan (*Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*) mukaisesti. (Geotrim Oy 2022, Maanmittauslaitos 2022c, 2022d, Hexagon 2022.)



Kuvio 3. Trimblen VRS-RTK-paikannusjärjestelmän havaintokuva (SITECH 2014, 18), jossa paikannuslaite, mobiiliasema ja VRS-tukiasema kommunikoivat keskenään sekä kartat Maanmittauslaitoksen FinnRef- ja FINPOS- sekä Trimnet VRS-tukiasemien sijainnista (Maanmittauslaitos 2022d, Geotrim Oy 2022).

Trimnetin VRS-palvelussa on mahdollista saada räätälöityjä tukipalveluita koko-aikaisesti eri paikannustoimintoihin, joita ovat GNSS-mittaus, koneautomaatio, infra- ja maataloustoimintaan liittyvät paikannukset sekä helpdesk-, web- ja mobiili-informaatiopalvelun kautta saatavat palvelut esimerkiksi satelliittigeometrian tehostamiseksi (Geotrim Oy 2019, 2022).

FinnRef-asemien reaaliaikaista havaintodataa on saatavilla maksutta tutkimus- ja kehitystarkoituksiin Euroopan pysyvään GNSS-asemien EPN-verkkoon (*EU-REF Permanent GNSS Network*) kuuluvilta tukiasemilta. Tavoitteena on, että paikannusdatan parempi saatavuus mahdollistaa monipuolisen paikannusteknologian hyödyntämisen yksityisten ja julkisten toimintojen yhteydessä, kehitysyhteistyön sekä uusien innovaatioiden syntyminen esimerkiksi älykkäiden IOT- ja mobiilia GIS-paikannusta hyödyntävien laitteiden osalta. (Maanmittauslaitos 2022d, Matilainen 2020, Koivula 2014.)

4.3 Takymetrimittaukset

Avoimien ja rajattujen alueiden merkintämittauksissa käytetään yleisesti takymetriä. Takymetri on mittalaite, jolla voidaan mitata tai merkitä suurta sijaintitarkkuutta vaativien pisteiden sijainteja säteittäisesti takymetriin nähden. Takymetrimittaus perustuu vaaka-, pysty- ja korkeuskulmien sekä etäisyyksien määrittämiseen. (Laurila 2011, 2012, Laine 2018, Lagerström 2017.)

Takymetri on aluksi sidottava mittauskoordinaatistoon, minkä voidaan tehdä keskistämällä tai asemoimalla takymetri. Takymetri tasataan ensin tähtäysakselin avulla, joka asetetaan vaakatasoon. Sitten takymetri voidaan keskistää eli asettaa se optisen luotitähtäimen avulla tarkalleen koordinaateiltaan tunnetun pisteen, esimerkiksi kiintopisteen tai staattisella mittauksella mitatun asemapisteen, päälle. Takymetri on näin sidottu tunnettuun koordinaatistoon ja se on valmis mitaamaan, kun kohtisuora korkeusetäisyys pisteestä tiedetään. Mittauksessa käytetään maastotallenninta, josta ohjataan takymetriä sekä kartoitussauvaa tai mitauspiikkiä, johon on kiinnitetty prisma. (Laurila 2012, 253–260.)

Takymetri voidaan myös vapaan asemapisteen mittauksessa asemoida eli orientoida kahden, mutta mielellään vähintään kolmen koordinaateiltaan tunnetun liitospisteen avulla, joiden sijainti on säteittäisesti eri suunnissa takymetriin nähden. Liitospisteiden on hyvä olla mittausalueen ulkopuolella ja ne on voitu mitata aiemmin esimerkiksi GNSS-laitteen tai keskistetyn takymetrin avulla. (Laurila 2012, 260, Maanmittauslaitos 2011.) Orientointiratkaisut suositellaan tallentamaan myöhempää käyttöä ja mitaustehtävän dokumentointia varten (Liikennevirasto 2017, 23) ja käytettävät liitospisteet on myös säännöllisesti mitattava staattisesti GNSS-laitteella, mikäli ne eivät ole kiintopisteitä.

Orientoidulla takymetrillä voidaan mitata etäisyyksiä, suuntia ja korkeuskulmia haluttuihin pisteisiin ja määrittää näiden tarkka arvo nopeasti ja mittatarkasti tähtäyslinjaltaan avoimilla alueilla. Takymetri soveltuu hyvin esimerkiksi useiden mitauspisteiden kartoittamiseen tai merkintään esimerkiksi halleissa, tehtaissa, avoimilla tielinjoilla sekä rakennustyömailla, kuten kuviossa 4. (Maanmittauslaitos 2011.)



Kuvio 4. Leica Viva TS16 takymetri rakennustyömaalla Oulussa kesällä 2018. Liitospisteet, joiden avulla orientointi tehtiin, sijaitsivat esimerkiksi naapurikerrostalojen katoilla tai seinissä (Kuusela, 2018).

Nykyään käytössä on itseoppivia ja etäkäytettäviä, toiminnoiltaan automatisoituja takymetrejä, joita sanotaan robottitakymetreiksi. Nykyaikainen takymetri on monitoimilaite, joka kommunikoi muiden laitteiden, esimerkiksi satelliittipaikantimen, kanssa, sillä voidaan ottaa ja mitata digitaalisia kuvia tai suorittaa laserkeilauksia sekä se toimii myös maastotietokoneena. (Laurila 2011 ja 2020, 143.)

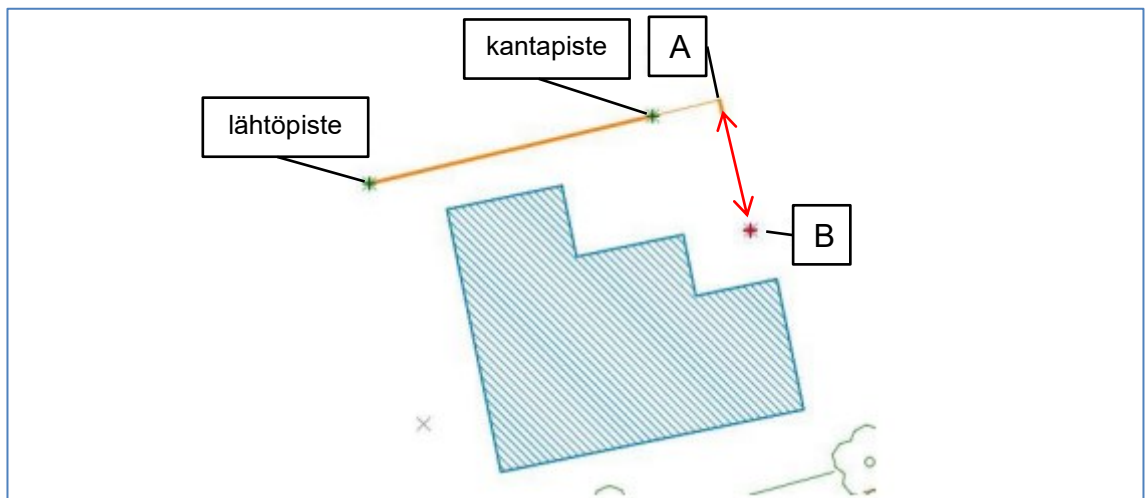
Merkintämittauksissa takymetrin lukijalaitteen muistiin viedään sekä tunnettujen pisteiden, että maastoon merkittävien pisteiden koordinaatit. Merkintämenetelmänä voidaan käyttää esimerkiksi säteittäistä kartoitusta tai vapaan asemapisteen menetelmää. (Vermeer 2017, 230.)

4.4 Suorakulmainen mittaus

Suorakulmainen kartoitus on mittausmenetelmänä epätarkaksi luokiteltu apumittausmenetelmä, joka perustuu suorakulmaisen kolmion laskusääntöihin (Pythagoraan lause) ja sen tarkoituksena on määrittää suorakulmaisen kolmion tuntematon nurkkapiste. Se voi tukea esimerkiksi RTK-mittauksia peitteisessä maastossa, kun rajamerkkiä ei voida syystä tai toisesta suoraan mitata (Laurila 2012, 188, Maanmittauslaitos 2011). Menetelmä perustuu suorakulmaisen kolmion sivujen mittaamiseen suorakulma- eli kaksoispentagonprisman ja mittanauhan, tai esimerkiksi esteettömässä paikassa laseretäisyysmittarin, avulla.

Menetelmässä määritetään kuvion 5 mukaisesti lähtösivulta (vertailusuora) lähtöpiste ja kantapiste, jolta määritetään mitta linjalla sijaitsevaan pisteeseen A, johon nähden kohtisuorasti kulkevalle suoralle on määritettävä tai mitattava piste

B, jota ei ole saatu merkittyä tai mitattua muuten. Lähtöpisteen ja pisteen A välinen etäisyys on a-mitta ja pisteen A ja määritettävän pisteen B välinen etäisyys on b-mitta. Lähtösivun tunnettuihin pisteisiin (lähtöpiste ja kantapiste) nähden voidaan nyt laskea etäisyys pisteeltä A pisteelle B, kun lähtöpiste, kantapiste ja piste A tiedetään, ja merkitä tai mitata pisteen B sijainti käyttäen suorakulmaa tunnettuun lähtösivuun nähden. Vaihtoehtoisesti voidaan määrittää myös piste A, mikäli piste B tunnetaan ja merkitä piste B määritettävän pisteen A kautta suorakulmaprisman kautta tehtävällä tähtäyksen siirrolla.



Kuvio 5. Suorakulmaisen mittauksen lähtötilanne pisteen B määrittämiseksi (3D-System 2019, 35 tekijän muokkaamana).

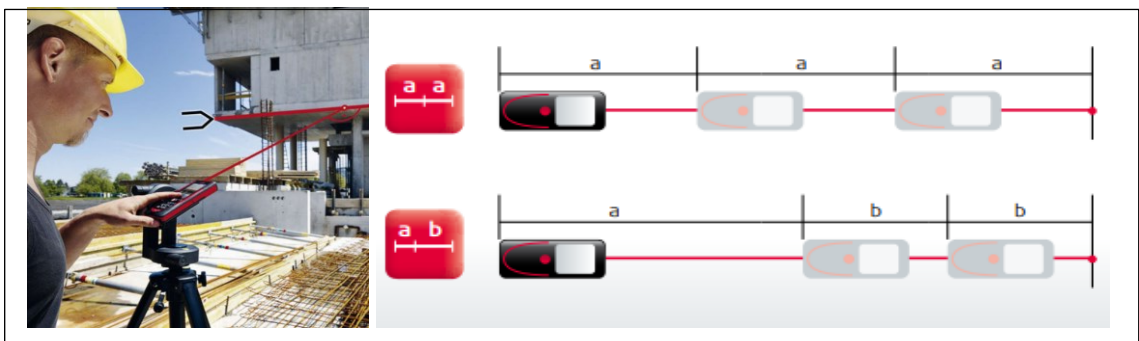
Suorakulmaisen mittauksen riittävälle tarkkuudelle maastossa on vaatimuksena Maanmittauslaitoksen (2011) ohjeistuksen mukaan, että a- ja b-mittojen on oltava riittävän lyhyitä ($a\text{-mitta} + b\text{-mitta} \leq 70\text{ m}$, a-mitan on oltava suurempi kuin b-mitan) ja runkolinjan muodostavien pisteiden tarkkoja ja tarkasti identifioitavissa, jotta saavutetaan riittävä tarkkuus ($\text{RSK-luku} \leq 0.50\text{ m}$). Menetelmällä ei saa kuitenkaan mitata Maanmittauslaitoksen (2003) määrittämien mittausluokan 1–3 mukaisia tarkkaan mitattavia tai määritettäviä rajamerkkejä.

Suorakulmaisen mittauksen menetelmää sovelletaan yleisesti esimerkiksi pisteaineiston editoimisessa 3D-Win-sovellusohjelman laskentatoiminnoissa. Siinä tunnetulta linjalta kahden tunnetun pisteen avulla halutaan merkitä tai määrittää linjaan nähden suorakulmassa olevalta suoralta piste halutulla etäisyydellä. Menetelmän käyttämällä saa laadittua nopeasti esimerkiksi symmetrisen pisteaineiston säännöllisin välimatkoin halutulle alueelle. (Novatron 2022b.)

4.5 Muut merkintämittausten mittausmenetelmät

Maanmittaus- ja rakennusalalla käytetään Jalon (2011, 2) mukaan edelleen myös perinteisiä mittausmenetelmiä kuten kulman mittauskojeita (esim. teodoliitit) ja erilaisia keinoja etäisyyksien mittaukseen satelliittipaikannusjärjestelmien tai takymetriä käyttäneiden vuoksi. Näitä menetelmiä ovat esimerkiksi elektro-optiset etäisyysmittarit, laseretäisyysmittarit ja perinteiset mittanauhat ja korkeuden merkitsemisessä vaaituskoje.

Elektro-optisia ja laseretäisyysmittareita eli distoja sekä tasolasereita käytetään esimerkiksi rakennusalan merkintämittauksissa. Näitä mittalaitteita voidaan käyttää esimerkiksi etäisyyksien mittaamiseen, mutta mallista riippuen niitä voidaan käyttää myös tilavuuden ja pinta-alan määrittämiseen. Merkinnöissä tasolaseria käytetään esimerkiksi korkeusaseman merkintöihin tai jopa paalutuksiin kuvion 6 mukaisesti. (Ekman 2010, 44–45, Lagerström 2009, 11–12.)



Kuvio 6. Laseretäisyysmittari Leica DISTO™ D510 ja tuotteen paalutustoiminnon havaintokuva (Leica Geosystems 2015).

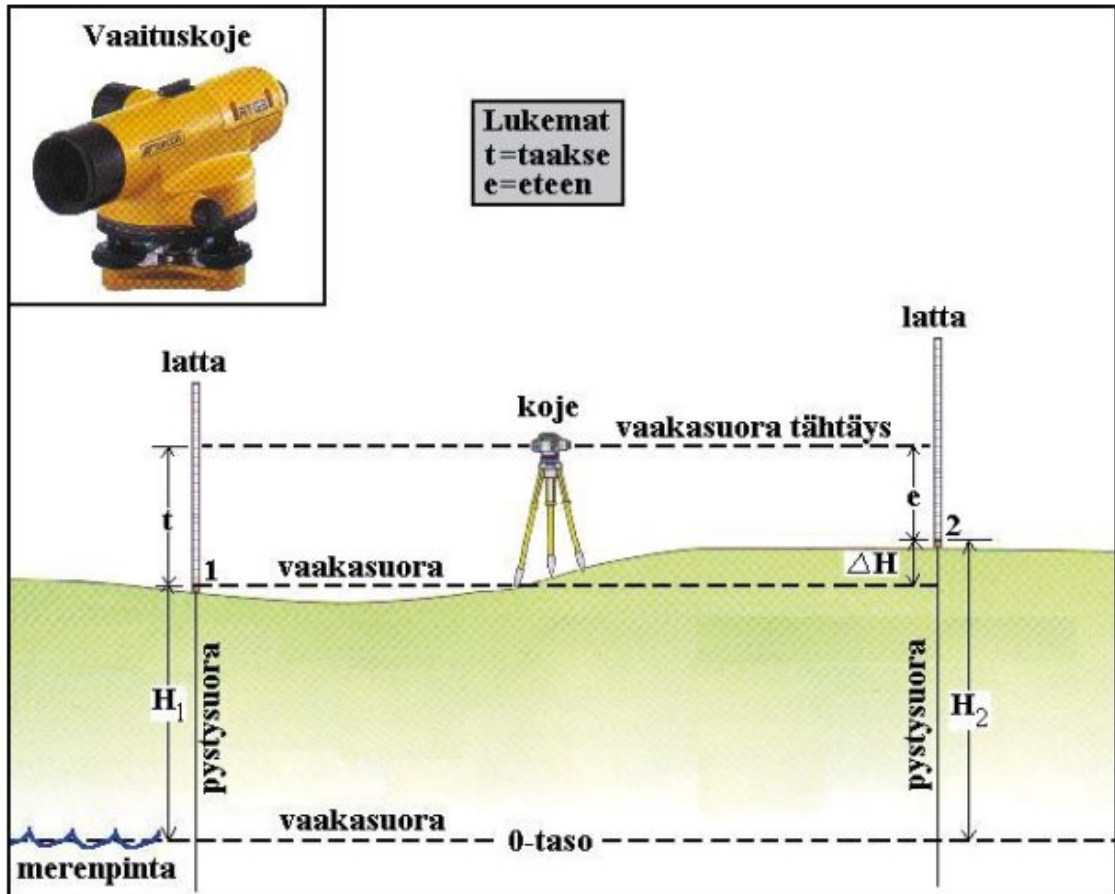
Etuna näillä mittausvälineillä, mittalaitteesta riippuen, on muun muassa nopeus, mobiilius, helppokäyttöisyys, erilaisten rakennusmittaustoimintojen automatisointi, pieni koko ja riittävän hyvä mittatarkkuus rakentamisen kohteissa perinteisiin mittanauhoihin verrattuna. Mittaus on myös mahdollista tehdä digitaalisella sisäänrakennetulla vaaituksella varustetulla mitalla sekä epätasaisille ja kaareville pinnoille, joilta perinteisellä mittanauhalla tai isommilla mittalaitteilla on vaikea mitata etäisyyksiä tarkasti (SKIL 2022). Tarkkoihin rakennusmerkintöihin, tarkemittauksiin, käytetään yleensä takymetriä tai muita tarkan mittaamisen menetelmiä esimerkiksi vaaituslaitetta.

Mittanauha on pituuden kiintomitta, jonka asteikkomerkkien välimatkat on ilmoitettu Suomessa SI-järjestelmän mukaisesti metreinä, senttimetreinä ja millimetreinä. Virallisesti hyväksytyt pituusmitta voi olla esimerkiksi puinen mittasauva, metallinen rullamitta tai lasikuitunauhainen kelamitta (kuvio 7). Mittauslaitedirektiivin (MID) mukaisesti hyväksytyissä mittauslaitteissa tulee olla vaatimustenmukaisuusmerkintä, johon kuuluu CE-merkintä (*Conformité Européenne* eli tuote täyttää eurooppalaiset terveys-, turvallisuus- ja ympäristönsuojelulakien vaatimukset), metrologista merkintäluokittelua kuvaava kirjain (esim. M) sekä kiinnitysvuotta kuvaava vuosilukunumero ja ilmoitetun merkintälaitoksen nelinumeroina tunnusluku (esim. CE M 21 1234). Tunnus merkitään mittalaitteeseen ja osoittaa, että mittalaite on standardien mukainen ja hyväksytty virallisissa mitauksissa. (Simonen et al 2009, Mitutoyo 2020.)



Kuvio 7. Kelamitta (M3830), joka on venymätöntä lasikuitunauhaa ja varustettu maapiikillä sekä taittuvalla koukulla (K-rauta 2021).

Vaaituskoje on mittalaite, jolla voidaan mitata kohteiden välisiä korkeuseroja suorittamalla vaaituskojeen kautta vaakasuora tähtäys kohteessa olevaan pystysuoraan mittaan eli lattaan. Kojeella luetaan vaakatason korkeusarvo latan avulla kuvion 8 mukaisesti. Menetelmällä voidaan mitata, mutta myös tarvittaessa merkitä korkeutta. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys 2017, 21.) Muita korkeuserojen mittaamis- ja sitä kautta korkeuden merkitsemismenetelmiä ovat takymetrillä tehtävä trigonometrinen korkeudenmittaus, kolmiulotteinen eteenpäinleikkaus ja barometrinen korkeuden määrittäminen (Laurila 2012, 205).



Kuvio 8. Vaaituskojeen ja vaaitustilanteen havaintokuvio korkeuserojen määrittämisestä (Laurila 2012, 206).

5 MITTATARKKUUS MERKINTÄMITTAUKSIEN YHTEYDESSÄ

5.1 Mittatarkkuuden määrittely

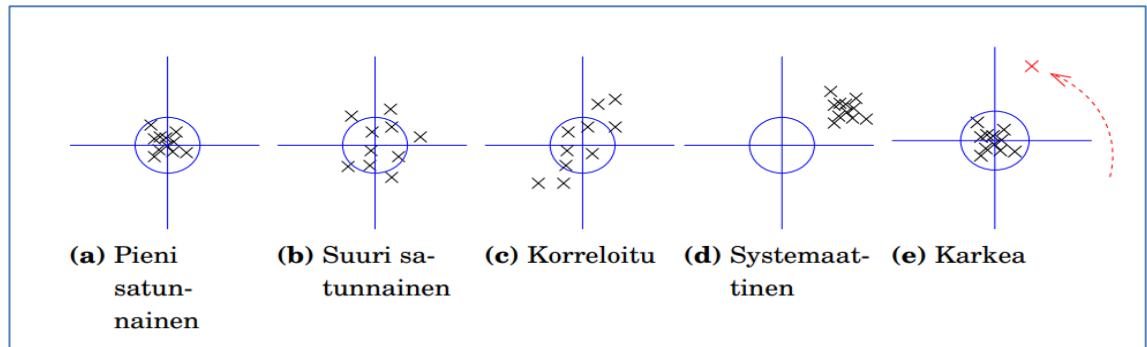
Käytännön mittatarkkuus riippuu yleisimmin mittaajasta, mittalaitteesta, mittausmenetelmästä, säätilasta ja kiinto- tai liitospisteisiin liittyvistä epätarkkuuksista. Mittatarkkuuteen kuuluvia alakäsitteitä ovat mittaustarkkuus, mittalaitteen tarkkuus ja mittausmenetelmän tarkkuus. Mittaustarkkuus tarkoittaa mitatun arvon ja mittaussuureen todellisen arvon yhtäpitävyyttä. Mittalaitteen tarkkuudella tarkoitetaan laitteen parasta mahdollista tarkkuutta, johon mittalaite voi päästä ja se ilmoitetaan mittalaitteessa tai mittalaittevalmistajan ohjeissa. Mittausmenetelmän tarkkuus muodostuu näistä edellisistä mittatarkkuuskäsitteistä yhdessä, mittaajan tarkkuudesta ja huolellisuudesta sekä tarkkuuteen vaikuttavista mittausolosuhteista. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys 2017.)

5.2 Mittaustarkkuus ja mittausvirheet

Kaikki mittaukset, joissa on mukana ihminen, sisältävät inhimillisesti syntyneiden mittausvirheiden mahdollisuuden. Niitä voi huolellisuuden ohella välttää menetelmillä, jotka pyrkivät huomaamaan ja poistamaan havaintoaineistosta tietyn kokoluokan virheet esimerkiksi tilastollisella testauksella sekä arvioimaan ja minimoimaan ei-poistettujen tai huomaamattomien virheiden vaikutuksen mittauksen lopputulokseen esimerkiksi tasoituslaskuilla (Vermeer 2017, 27–28).

Vermeer (2017, 28) määrittelee mittausvirheen mitattavan arvon ja mittaesarvon (mittausprosessin tulos) välillä olevaksi eroksi. Todellinen, eli absoluuttinen virhe on mitatun tuloksen ja todellisen arvon erotus (Suomen Geoteknillinen Yhdistys 2017, liite iv). Jos todellista arvoa ei tiedetä, niin todellisena arvona voidaan pitää riittävän suuren havaintojoukon keskiarvoa. Mittaustarkkuuden kannalta ulkoinen tarkkuus tarkoittaa yhtäpitävyyttä mittaussuureen mitatun suuruusarvon ja todellisen suuruusarvon välillä ja sisäinen tarkkuus toistettujen mittausten osoittamien tai mittaamien suuruusarvojen yhtäpitävyyttä (Vaisala 2016). Geodeettisissä mittauksissa absoluuttisella, eli ulkoisella tarkkuudella tarkoitetaan koordinaattien sijaintitarkkuutta eli kuinka tarkasti maantieteellinen sijainti on mahdollista määrittää jollekin kohteelle (Laurila 2012, 40, 140).

Mittausvirheet voidaan jakaa kuvion 9 mukaisesti sisäiseen tarkkuuteen kuuluviin satunnaisiin virheisiin (luonnollinen epätarkkuus) ja ulkoisiin virheisiin kuuluviin systemaattisiin virheisiin, jolloin mittausprosessia, havaintogeometriaa ja havaintotilannetta kuvaavat teoriat tai käytetyt tekniikat ovat puutteellisia. Karkeat virheet ovat inhimillisistä erehdyksistä tai mittauslaitteen toimintahäiriöstä johtuvia virheitä. (Vermeer 2017.)



Kuvio 9. Erityyppisiä mittausvirheitä (Vermeer 2017, 30).

Suomen Geoteknillinen Yhdistys (2017, liite iv) määrittelee säännölliseksi virheeksi sellaisen systemaattisen virheen, joka toistuu järjestelmällisesti esimerkiksi samansuuruisena ja samaan suuntaan. Tämän virheen syynä on yleensä mittalaitteen vika tai samankaltaiset ulkoiset olosuhteet ja ne voidaan välttää riittävällä mittalaitteen huollolla, tarkistuksilla, kalibroinneilla ja säädöillä.

5.3 Mittalaitteiden tarkkuus

Mittalaitteiden tarkkuus on yksi tärkeimpiä mittauksen luotettavuuteen vaikuttava asia. Mittauslaitteiden lakisääteisestä käytöstä määrätään mittauslaitelaissa (707/2011), jonka tarkoituksena on turvata mittauslaitteiden toiminnan, mittausmenetelmien ja mittaustulosten luotettavuus.

Mittalaitteiden tarkkuudesta puhuttaessa käytetään usein termiä suhteellinen tarkkuus. Se tarkoittaa, kuinka tarkasti mittalaite pystyy mittaamaan samaa kohdetta kerta toisensa jälkeen (Suomen Geoteknillinen Yhdistys 2017). Mittalaitteen tarkkuuteen vaikuttaa Vaisalan (2016) mukaan mittalaitteen suorituskyky, mikä riippuu mittalaitteen dynamiikasta (mittausalue ja mittauksen vasteaika), tarkkuudesta (mittauksien toistettavuus, herkkyys ja kalibroitiepävarmuus) sekä mittalaitteen stabiilisuudesta (ikäntymisen ja olosuhteiden kestävyys). Mittalaitteen

tarkkuuteen vaikuttavat Metrologian neuvottelukunnan (Hiltunen ym. 2011) mukaan myös tekniset ominaisuudet (esim. laite- ja malliominaisuudet, teknologia, ohjelmistot ja niihin tehdyt päivitykset), käyttöominaisuudet (esim. käyttöön liittyvät rajoitteet ja ohjeet, akun teho ja kesto, muistikapasiteetti, mittausalueeseen liittyvät ominaisuudet ja huolto) sekä mittaamiseen liittyvät metrologiset ominaisuudet (mittaustila, kalibrointi, mittauksen luotettavuus, virhemarginaalit ja epävarmuus). Mittalaitteella päästävään tarkkuuteen vaikuttaa lisäksi mittajaan omat käyttötaidot mittalaitteen ja tekniikan osalta.

Merkintämittauksissa käytettävien geodeettisten mittalaitteiden mittaustarkkuusarvoja on esitelty taulukossa 1. Arvot on kerätty useista tässä opinnäytetyössä käytetyistä lähteistä painottaen uusimpia. Tietojen avulla voidaan vertailla mittalaitteiden mittaustarkkuutta sekä käyttömahdollisuuksia eri mittaustarpeisiin.

Taulukko 1. Merkintämittauksissa käytettäviä yleisimpien mittaustarvikkeiden mittaustarkkuus, mittaustarkkuuden mahdollisuudet sekä käyttökohteet.

Mittalaite	Mittaustarkkuuden vaihteluväli	Mitattava matka	Käyttökohteet
A-GNSS-paikantimet (absoluuttinen mittaustarkkuus)	0,50–10,00 m (PPP-menetelmä < 0,05 m)	Riippuu akun keston ja käyttötarkeituksesta.	Mobiililaitteet, kuluttajien arkiin paikannukseen liittyvät mittaukset. Älyliikenne.
DGNSS-paikantimet (differentiaalinen mittaustarkkuus)	0,40–5,0 m	Riippuu akun keston ja käyttötarkeituksesta.	Armeijakäyttö, meri- ja ajoneuvoliikenne, älyliikenne, jatkuvan mittauksen kohteet.
GNSS-paikantimet Staattinen suhteellinen verkkomittaus (jälkilaskenta)	0,01–0,05 m	Pistekohteet	Tarkat pistemittaukset esim. kiintopistemittaukset.
GNSS-paikantimet RTK-mittaus ja VRS-RTK-mittaus	0,01–0,50 m	Riippuu akun keston ja käyttötarkeituksesta.	Liikkuva paikannusmittaus maastossa, rajamerkit, käyttö pisteet, apupisteet, tukipisteet.
takymetri	0,006–0,01 m	0,5–1500 m	Käyttö pisteet, siirtymämittaus, merkintämittaus, teollisuusmittaus.
laseretäisyysmittari	0,005–0,01 m	0–200 m	Rakennusmittaus.
mittanauha	0,005–0,05 m	0–50 m	Rakennusmittaus. Merkintämittaus.

5.4 Mittausmenetelmän tarkkuus

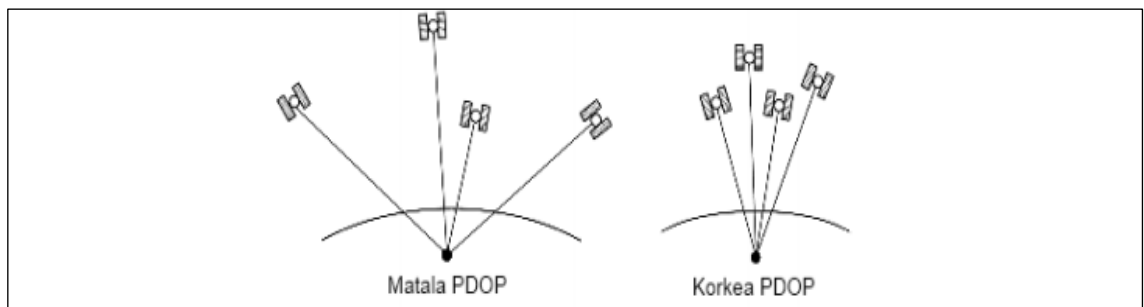
Yleisissä inframallivaatimuksissa (buildingSMART Finland, 2019, 38) on esitelty hankkeen mittausmenetelmän tarkkuuteen liittyviä vaatimuksia. Mittausmenetelmän kannalta on tärkeää määritellä ovatko mittaukset ja merkinnät tavanomaisia, esimerkiksi apupisteiden mittaamista ja kiintopisteverkoston täydentämistä, erityisempiä, esimerkiksi rajapisteiden määrittämistä taajama-alueilla tai tarkemittauksia esimerkiksi rakennuskohteissa ja vaaditaanko niihin erikoiskalustoa, esimerkiksi runkomittaustakymetriä tai tarkkavaaituslaitetta. Tämän perusteella voidaan arvioida myös mittausmenetelmälle asetettavia tarkkuusvaatimuksia.

Valittaessa merkintämittausten mittausmenetelmää GNSS-satelliittipaikantimen ja takymetrimittauksen välillä on huomioitava toteutettavaan kartoitukseen tai merkintään liittyvät tarkkuusriskit, joita ovat esimerkiksi alueen peitteisyysominaisuudet sekä työlle asetetut mittaustarkkuusvaatimukset. Alueilla, jossa virhelähteitä satelliittisignaalien saamiseen on paljon ja merkintä on hyvin mittatarkkaa, on luotettavampaa tehdä mittaukset ja merkinnät takymetrillä (esimerkiksi rakennustyömaat). Peitteisessä maastossa ja alhaisemman sijaintitarkkuuden työkohteissa on nopeampaa merkitä ja mitata GNSS-satelliittipaikantimen avulla. (Laurila 2012, Maanmittauslaitos 2011, Väylävirasto 2017.)

5.4.1 GNSS-mittausten mittaustarkkuus

Reaaliaikaisia GNSS-mittauksia tehdessä satelliittien määrä ja satelliittigeometria ovat merkittävimpiä mittaustuloksen tarkkuuteen vaikuttavia asioita (JUHTA 2012a). Yleisesti voi sanoa, että GNSS-mittausten tarkkuutta ja luotettavuutta kuvaava satelliittigeometria on tarpeeksi hyvä mittaukseen, kun havaintopaikka on hyvä. Hyvällä mittauspäikällä on riittävän monta satelliittia horisontin yläpuolella, satelliitit ovat havaittavissa paikannuslaitteelle 10–20 asteen kulmassa sekä satelliitit sijaitsevat tasaisesti ympäri taivasta (JUHTA 2012a). Maanmittauslaitoksen (2011) ja JHS 184 suositusten (JUHTA 2012a) mukaan luotettavan satelliittigeometrisen ratkaisun saamiseksi paikannuslaitteen olisi havaittava vähintään 6–7 satelliittia.

GNSS-laitteen mittaustarkkuuteen vaikuttavaa satelliittigeometrian laatua kuvataan käsitteellä DOP (*Dilution of Precision*). Tärkeimpiä DOP-lukuja ovat TDOP-arvo (*Time DOP*), joka kuvastaa mitattujen aika-arvojen huonosta sijoittumisesta johtuvaa mahdollista virhettä, ja PDOP-arvo (*Position DOP*), joka kuvastaa näennäisetäisyyksien virhettä. Se johtuu kuvion 10 mukaisesti seurattavien satelliittien epäedullisesta sijoittumisesta taivaalla tai niiden jäämisestä katvealueelle. Erilaisia DOP-arvoja ovat myös HDOP horisontaaliselle ja VDOP vertikaaliselle epävarmuudelle sekä GDOP, johon on yhdistetty aika- ja sijaintitarkkuus. (Jalo 2011, 7–8, Laurila 2012, 308–314 ja 2020, 260–262, Vermeer 2019, 306–307, Poutanen 2016, Juote 2016, 20–21.) DOP-arvoihin pätee, että mitä alhaisempi DOP-arvo on, sitä parempi on sijaintitarkkuus. PDOP-arvoilla < 5 mittalaitteen tarkkuus on riittävän hyvä tarkkoihin mittauksiin. GDOP-arvon tulisi olla pienempi kuin 8. (Poutanen 2016, s. 231, Laurila 2020, 261.)



Kuvio 10. Satelliittien PDOP-arvon määräytyminen (Seeber 2003, Juotteen 2016, 21 mukaan).

Suomessa vuonna 2021 voidaan havaita maksimissaan noin 50 satelliittia samanaikaisesti (Geotrim Oy 2021) ja tulevaisuudessa vielä enemmän, joten määrävä tekijä heikkoon satelliittigeometriaan on mittauspaikka. Paikalliset mittauspaikalla esiintyvät häiriöt, kuten monitie- (*multipath*) eli maaheijastukset vaikuttavat yleisimmin heikentyneeseen mittaustarkkuuteen. Monitieheijastusten välttämiseksi Toivanen ja Ylikoski (2013, 32) korostavat mittauspaikan valinnan tärkeyttä. Monitieheijastukset vaikuttavat heidän mukaansa yleensä rakennetuilla alueilla, jolloin satelliittisignaali heijastuu aiheuttaen vaihe-erovirheen aallonpituuteen ja sitä kautta paikannukseen. Näitä paikkoja ovat rakennusten ja isojen lasien läheisyys, vesi- ja jääalueet sekä märät lehtimetsät (mm. Maanmittauslaitos 2003). Oman kokemukseni mukaan myös alhainen antennikorkeus eli paikanninlaitteen korkeus maanpinnasta sen ollessa alle 1,5 m, maaston jyrkät muodot (esim. jyrkänteet ja mäki-alueet), katvealueet (kallioiden läheisyys), huono

mittaussää (esim. pilvisuus, sumuisuus ja sateisuus) sekä kasvillisuuden peitteisyys (esim. kuusikko ja taimikot) voivat heikentää GNSS-laitteen alustusta ja sijaintitarkkuutta.

Muita satelliittipaikannuksen mittaustarkkuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat Vermeerin (2019, 312) ja Väyläviraston (2017, 25) mukaan esimerkiksi paikanninlaitteen ja antennin suorituskyky, johon vaikuttaa muun muassa tekniset (esim. akun suorituskyky) ja ilmakehään (esim. auringon aktiivisuus, magneettikentän häiriöt ja avaruuden ionosfääriset olosuhteet) liittyvät syyt. Mittausolosuhteita on satelliittipaikannuksessa tarkkailtava ennalta ja itse mittaustilanteessa. RTK- ja VRS-RTK-mittausten yhteydessä on lisäksi noudatettava paikannuslaitevalmistajilta sekä mittaamisesta annettuja erillisohjeita (Maanmittauslaitos 2011).

RTK-mittauksissa paikanninlaitteella voidaan mitata vasta, kun laite on käyttökunnossa. Tätä kuvataan FIX- tai FLOAT-tiloilla. FIX-ratkaisu (tai *fixed*-ratkaisu) tarkoittaa, että mittalaite on alustettu eli alkutuntemattomat paikannukseen vaikuttavat arvot on ratkaistu mittalaitteen tarkan sijainnin määrittämiseksi. FIX-ratkaisussa paikanninlaitteella päästään senttimetriluokan mittaustarkkuuteen. FLOAT-ratkaisussa vastaanottimen paikkaa ei sen sijaan ole kyetty määrittämään tarkasti, jolloin alustus on kesken tai kadotettu. FLOAT-tilassa pisteen sijaintiarvo saattaa poiketa todellisesta sijaintiarvosta jopa useita metrejä. (Maanmittauslaitos 2011.)

Alustus toteutuu JUHTA (2012a) mukaan normaaliolosuhteissa yleensä alle 40 sekunnissa ja nykyisillä GNSS-laitteilla alle 10 sekunnissa (Trimble 2015). Alustus tulee aloittaa uudestaan, jos alustus ei ole valmis 1–2 minuutin kuluessa. Alustuksen ongelmat voivat johtua esteiden aiheuttamasta katkonaisesta signaalista, monitieheijastuksista, tiedonsiirto-ongelmista tai huonosta avaruussäästä. Esimerkiksi tarkkuutta ja luotettavuutta vaativissa kiintopistemittauksissa tulisi GNSS-paikannuslaite alustaa ennen jokaista yksittäistä mittausta, jolloin mittaukset ovat alkutuntemattomien suhteen riippumattomia ja mittaustulos paranee. (JUHTA 2012a.)

Maanmittauslaitoksen (2003) Kaavoitusmittausohjeissa ohjeistetaan, että RTK-mittauksissa mittaukset on tehtävä aina FIX-tilassa ja myös kartoitettavien kohteiden lähellä sijaitsevia koordinaateiltaan tunnettuja käyttöpisteitä on mitattava

riittävän tarkkuuden varmistamiseksi. Esimerkiksi rajamerkeistä 5 prosenttia on mitattava kahteen kertaan riittävän laajalta mittausalueelta, mikäli satelliittigeometria muuttuu merkittävästi kesken mittauksen. Vermeer (2019, 340) suosittelee sitomaan RTK-menetelmällä tehtävät mittaukset mahdollisuuksien mukaan lähtö- ja päätepisteiden sijainteihin ja tarkistamaan VRS-RTK-mittauksissa mitaustarkkuuden mittaamalla paikannuslaitteen sijainti ajoittain hyvän mitaustarkkuuden mukaisilla, tunnetuilla mittauspisteillä. Liikennevirasto (2017) muistuttaa, että satelliittigeometria ja DOP-arvot on myös tarkistettava aina kun työmaalla siirrytään kohteesta toiseen, tehdään uusi alustus tai kun työ jatkuu tauon jälkeen.

5.4.2 Takymetriä mittaustarkkuus

Takymetriä ilmoitetut mittaustarkkuusarvot ovat usein laboratorio-olosuhteissa mitattuja arvoja kohtisuorille pinnoille. Todellisuudessa mitattujen arvojen mitaustarkkuus prismattomissa DR-mittauksissa voi ylittää valmistajan ilmoittamat arvot jopa 20–85 prosentissa mittauksista (Lambrou ja Pantazis 2010 Nordic Geo Center Oy 2011 mukaan). Takymetriä mittaustarkkuus riippuu ensisijaisesti orientoinnista ja sen onnistumisesta. Kiinteälle asemapisteelle orientoitaessa korkeusarvon määrittäminen mittanauhalla voi aiheuttaa mittaustarkkuusvirheen. Vapaalle asemapisteelle orientoitaessa liitospisteiden määrä ja tarkkuus määrittävät myös takymetrimittauksen tarkkuutta. Suositeltavaa on, että liitospisteitä on ainakin kolme hyvän orientointituloksen saavuttamiseksi. (Laine 2018.)

Suomen Geoteknillisen Yhdistyksen (2017, 18, 20) mukaan lyhyellä matkalla takymetrillä mitattujen havaintojen tarkkuuteen vaikuttaa eniten etäisyyden mittauksen tarkkuus ja pidemmällä matkoilla takymetriä kulmavirhe. Siksi takymetri on valittava mittaustarkoituksen mukaan. Takymetriä sisäisten kojevirheiden lisäksi mittaustarkkuuteen vaikuttavat myös ulkoiset tekijät. Ilman lämpöväreily, sumu, lumisade tai rankka vesisade voivat estää mittausten toteuttamisen ainakin pitkällä havaintoetäisyyksillä. Tärinä työkoneiden lähellä voi myös muuttaa orientointiarvoja ja aiheuttaa suuriakin mittaustarkkuusvirheitä.

Lisäksi takymetrimittauksissa käytettävä prisma on merkittävä mittaustarkkuuteen vaikuttava asia. Eri mittaustilanteisiin on käytettävä siihen tarkoitettua pris-

maa (kuvio 11) optimaalisen tarkkuuden saavuttamiseksi. Esimerkiksi kartoitusmittauksiin käytetään 360°-prismaa ja sen keskistystarkkuus on $\pm 5,0$ mm, jonomittauksiin pyöröprismaa, jonka keskistystarkkuus on $\pm 1,0$ mm ja teollisuusmittauksissa käytetään tarkkuusprismaa, jonka keskistystarkkuus on $\pm 0,3$ mm tai kuutionurkkaprismaa, jonka keskistystarkkuus on $\pm 0,003$ mm. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys 2017, 19.)



Kuvio 11. Erilaisia prismoja vasemmalta oikealle 360°-, pyörö-, tarkkuus- ja kuutionurkkaprisma (Suomen Geoteknillinen Yhdistys 2017, 19).

Mittaussarjan sulkeminen on käyttökelpoinen tapa arvioida takymetrimittauksen (tai muunkin mittauksen) mittaustarkkuutta ja hallita mittaustilanteessa syntyviä virheitä eri mittausmenetelmissä. Menetelmässä aloitetaan ja lopetetaan mittaukset saman tai samojen pisteiden määrittämiseen tai mittaamiseen. Sulkuvirhe määritetään mitatun suureen ja oikeana pidetyn arvon erotuksena. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys 2017, 20.) Jos takymetrin mittauservot poikkeavat normaaliarvoista esimerkiksi runko- tai kiintopisteillä, on tärkeää suorittaa myös takymetrin kalibrointi, mikä on yksi tärkeimmistä takymetrin mittaustarkkuutta ylläpitävistä toimista (Laurila 2012, 364–365).

5.5 Rajamerkkien mittaustarkkuusvaatimukset merkintämittauksissa

Maanmittausteknisten mittauksien tarkkuudet (RSK-luku) eri mittaussuokissa on ilmoitettu Määräyksessä mittausten tarkkuudesta ja rajamerkeistä kiinteistötoimintuksessa (Maanmittauslaitos 2011). Kaavoitusmittausohje JHS 185 Asemakaavan pohjakartan laatiminen (JUHTA 2014) ja sen liite 4 esittelee mitta- ja kuvaustarkkuuden vaatimukset eri mittaussuokkien mukaisilla alueilla sekä rajamerkkien ja rakennuskohteen kartoitus- ja merkintämittauksien tarkkuusvaatimukset.

sia asemakaavan laatimiseen liittyvissä mittauksissa. Tiedot rajamerkkien ja niiden merkinnöissä käytettävistä mittaustarkkuusvaatimuksista on koottu yhteen taulukoon 2.

Taulukko 2. Rajamerkkien mittaustarkkuusvaatimukset määräyksien mukaan.

Mittausluokka	Aluekuvaus	Rajamerkin tasotarkkuusvaatimukset (RSK-luku)	Muuta huomioitavaa mittaustarkkuuteen liittyen
Mittausluokka 1e	Kunnan paikkatietojärjestelmät, suurimittakaavaiset aineistot (> 1:1000)	≤ 0,06 m	Suuri tarkkuus, tekninen suunnittelu
Mittausluokka 1	Taajama-alueet, asemakaava-alueet, joilla sitova tonttijako tai rakennuskielto	≤ 0.12 m	Asemakaava-alueet
Mittausluokka 2	Taajama-alueet, asemakaava, joilla ohjeellinen, ei sitova tonttijako	≤ 0.20 m	Rajamerkit tulee mitata ilmoitettuja tarkkuusvaatimuksia paremmalla RSK-luvulla, jos mittausmenetelmä ja mittausolosuhteet sen mahdollistavat.
Mittausluokka 3	Ranta-asemakaava- ja ranta-alueet, haja-asutusalueiden arvokkaammat maa-alueet	≤ 0.30 m	
Mittausluokka 4	Haja-asutusalueiden ulkopuoliset, mittausluokkiin 1–3 kuulumattomat alueet esim. maa- ja metsätalousmaa ja vesialueet	≤ 0.50 m	

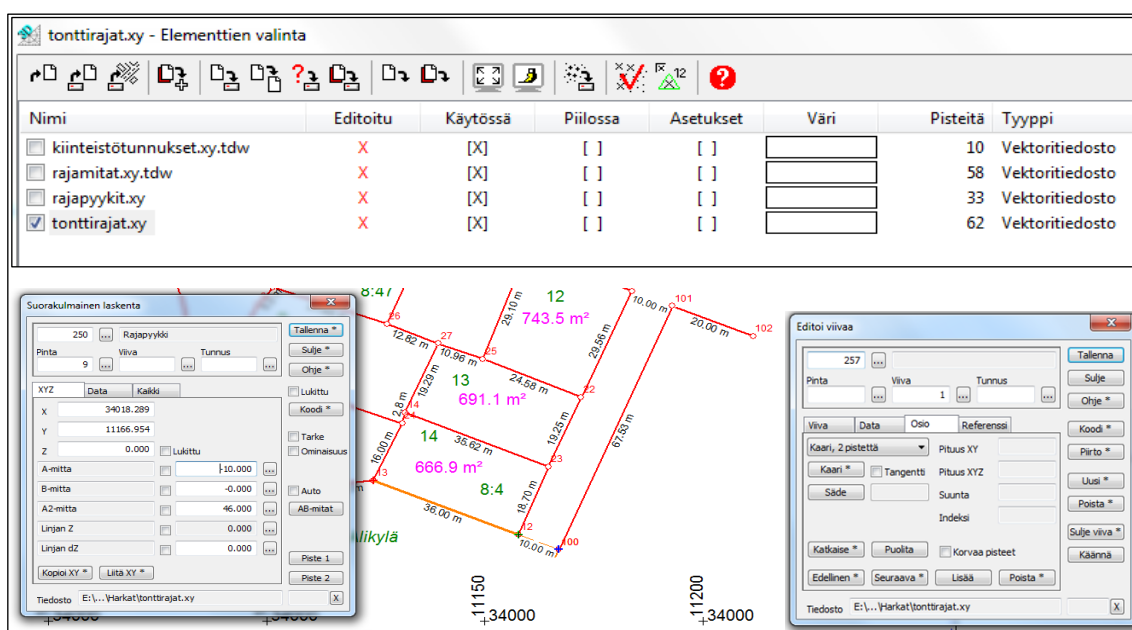
Korkeussijaintien suhteen JUHTA (2014, liite 4) on maininnut, että korkeuskäyrällä olevan pisteen tai numeerisesta korkeusmallista interpoloidun pisteen korkeustarkkuusvaatimus on eri mittausluokissa seuraava: luokka 1e ≤ 0.08 m, luokka 1 ≤ 0.12 m, luokka 2 ≤ 0.20 m, luokka 3 ≤ 0.40 m. Rikkonaisessa ja kaltevuuskulmaltaan vaihtelevassa ja jyrkässä maastossa sallitaan isompi epätarkkuus.

6 SOVELLUS- JA PAIKKATIETO-OHJELMAT MERKINTÄAINEISTON TUOTTAMISESSA

6.1 Sovellusohjelma 3D-Win

3D-Win on Novatron Oy:n omistama suomalainen sovellusohjelma mittaus-, paikkatieto- ja suunnitelmätiedon sekä karttojen tuottamiseen ja käsittelyyn. Ohjelmassa on monipuoliset mittausaineiston tarkastus-, editointi- ja laskentaominaisuudet sekä formaatinmuunnostyökalut mittausaineiston avaamiseen tai tallentamiseen eri muodossa. Sovellusohjelma mahdollistaa aineiston käsittelyn, joka on rasterimuotoista tai vektorimuotoista paikkatietoa. (Novatron Oy 2022c.)

Merkintämittauksiin ja niiden valmisteluihin liittyviin pisteaineiston ja maastomittausten käsittelyyn 3D-Win-ohjelma soveltuu hyvin. Pisteaineistoa voi käsitellä ja muokata 3D-Win-ohjelman eri toiminnoilla esimerkiksi aineiston editointi-, mittaus-, suunnittelu- ja ominaisuustietojen käsittelytoiminnoilla (kuvio 12). Aineistoa on mahdollista käsitellä eri tasoilla, tasoja voi yhdistää tai valita tietyillä valintakriteereillä tietyn aineiston käsiteltäväksi. Pisteaineistoa on myös helppoa ja yksinkertaista luoda ohjelman eri toiminnoilla ja laskentasovelluksilla sekä muuntaa haluttuun formaattiin erilaisia mittalaitteita varten. Esimerkiksi pisteaineiston symmetrisessä luomisessa suorakulmainen laskentatoiminto on erittäin hyödyllinen. (3D-system 2022.)



Kuvio 12. 3D-Win -ohjelman toimintovalikoita (Kuusela 2018).

Ohjelmaan voi tuoda tausta-aineistoksi esimerkiksi haluttua kartta-, ilmakeku- tai muuta kuva-aineistoa, jotka ovat georeferoitavissa eli määritettävissä sijainniltaan haluttuun mittausuunnitelman mukaiseen koordinaatistoon tai käännettävissä esimerkiksi Helmertin muunnos -työkalulla. Tausta-aineiston referointi tarkasti helpottaa pistekohteiden ja viivaelementtien merkitsemistä merkintämittausten suunnitteluaineistoon halutuille paikoille esimerkiksi georeferoidun ilmakekuvan avulla. (Maanmittauslaitos 2022e, 3D-system 2022.)

Sovellus- ja paikkatieto-ohjelmat pystyvät käyttämään ohjelmiin tuotuja tausta-aineistoja rasteri- ja vektorimuodossa ja ohjelman tunnistamassa sekä lukemassa formaatissa, esimerkiksi .crd- ja .tiff-tiedostomuotona. Maanmittauslaitoksen ylläpitämästä maastotietokannasta ja avoimien aineiston tietokannasta löytyviä vektori- tai rasterimuotoisia paikkatietotuotteita, esimerkiksi digiväri- ja ortoilmakuvia, voi hyödyntää ohjelmassa.

Maastotietokannassa on halutulta alueelta saatavissa vektorimuotoista ajantasaista aineistoa liikenneverkostosta, rakennuksista ja rakenteista, hallintorajoista, nimistöstä, maankäytön eri muodoista, vesistöistä ja korkeussuhteista (Maanmittauslaitos 2018). Rasterimuotoiset tuotteet ovat kuvatiedostoja (karttoja tai ilmakekuvia) ja vektorimuotoiset tuotteet piste-, viiva- ja aluemuotoista tietoa, joilla on ominaisuustietoa. Halutut tiedostot valitaan avoimen aineiston hakuohjelmassa karttapohjalta halutulta karttalehdeltä, lähetetään lataustilaus käyttöehtojen hyväksymisen jälkeen ja ladataan tiedostot oman sähköpostiin tulleen linkin kautta. (Maanmittauslaitos, 2022e.)

6.2 Paikkatieto

Paikkatiedolla tarkoitetaan tietoa, joka sisältää välittömän tai välillisen viittauksen tiettyyn paikkaan eli sijaintitietoon tai maantieteelliseen alueeseen eli aluetietoon. Paikkatieto on sijaintitiedon ja kohteen tai ilmiön ominaisuuksia kuvaavan ominaisuustiedon muodostama tietokokonaisuus. Ominaisuustieto yksilöi ja esittelee kohteen ominaisuuksia, esimerkiksi minkä kokoinen, tyyppinen tai laatuinen kohde on. Paikkatieto voi kuvata myös toimintaa ja ilmiötä, jolle voidaan määrittää sijainti. Sijaintitieto on paikkatietokohteen maantieteellistä sijaintia, esimerkiksi koordinaattitietoa, geometriaa eli kohteen tyyppitietoja ja topologiaa kuvaileva

ominaisuus eli kohteiden suhdetta toisiinsa, esimerkiksi kohteen etäisyys kaupungista. (Tilastokeskus 2022, Laki paikkatietoinfrastruktuurista 421/2009, 1L 2 §, Sanastokeskus TSK ry 2018.)

Paikkatietoaineisto on sähköisessä muodossa olevaa tunnistettavaa paikkatietojen kokonaisuutta. Paikkatietopalvelulla puolestaan tarkoitetaan toimintoja, joita suoritetaan käsittelemällä paikkatietoaineistojen sisältämiä paikkatietoja tai niihin liittyvää metatietoa tietokonesovelluksen eli paikkatieto-ohjelman avulla. (Laki paikkatietoinfrastruktuurista 421/2009, 1L 2 §.) Metatieto on tietoa paikkatiedosta ja kuvaa paikkatietoaineiston sisältöä, rakennetta, laatua, saatavuutta ja sijaintia (Maanmittauslaitos 2022f).

Paikkatietoaineisto voi olla rasteri- tai vektoripohjaista. Rasteriaineisto on kuvamuodossa olevaa paikkatietoa, esimerkiksi erilaisia ilma- tai satelliittikuvia, kuvamuotoisia taustakarttoja tai asemapiirroksia (esim. pohjakartat). Aineisto koostuu ruuduista, joita kutsutaan pikseleiksi. Mitä enemmän aineistossa on pikseleitä, sitä suurempi on aineiston resoluutio eli erottelukyky eli puhekielessä tarkkuus. Vektorimuotoisessa paikkatietoaineistossa kohteet kuvataan pisteinä, pisteitä yhdistävinä viivoina tai viivojen rajaamina alueina eli polygoneina. Vektoriaineiston kullekin kohteelle luodaan sitä kuvaava attribuuttitaulukko, joka kuvaa kohteen sijainti- ja ominaisuustietoja esim. koordinaatteja, korkeutta, nimiötä tai tunnusta. (Paikkaoppi 2018a, JUHTA 2012b.)

Paikkatietojen muodostamaa järjestelmää, paikkatietojärjestelmää, kutsutaan termillä GIS (*Geographical Information System*). Se koostuu paikkatietoon liitettävistä laitteista ja välineistä, käyttäjistä ja käsittelijöistä, organisaatioista, tuotteista, tiedosta ja ohjelmistoista (Puro 2022, Koivunen 2001). GIS-järjestelmän avulla paikkatiedot voidaan yhdistää karttoihin, minkä ansiosta tieteessä, tutkimuksessa, päätöksenteossa, liikkumisessa ja kaupallisissa sovelluksissa voidaan käyttää ja ymmärtää paremmin erilaisia maantieteellisiä esitystapoja, malleja ja asiayhteyksiä (Esri 2022).

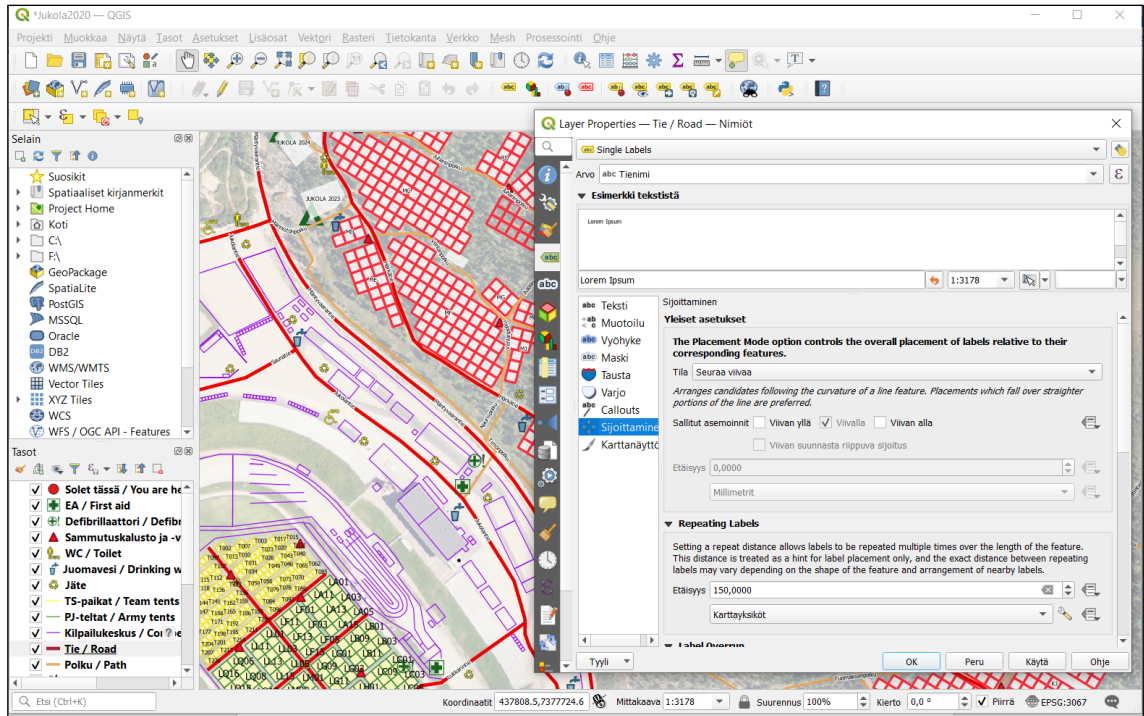
6.3 Paikkatieto-ohjelma QGIS

Paikkatieto-ohjelmilla paikkatietoa voidaan tuoda ohjelmaan, tarkastella sitä tietokantana ja kuvata tilastollisessa muodossa tai visuaalisessa muodossa karttoina (Paikkaoppi 2018b). Paikkatieto-ohjelmien avulla voidaan myös varastoida, käsitellä, analysoida, esittää ja jakaa paikkatietoa (Lassila 2017).

Paikkatieto-ohjelmistot ovat joko maksullisia tai ilmaisia, avoimen lähdekoodin eli open source -periaatteen mukaisia, jolloin ohjelmaa ladatessa saa myös käskyt, joiden avulla ohjelma toimii tietokoneen käyttöjärjestelmässä. Kaupallisia maksullisia paikkatieto-ohjelmistoja, joihin on hankittava lisenssi, ovat esimerkiksi AutoCAD Map3D, ArcGIS, 3D-Win ja laitevalmistajien ohjelmistopakettit paikkatietoaineiston käsittelylle, esimerkiksi Trimble Novapoint. Avoimen lähdekoodin ohjelmia ovat esimerkiksi QGIS, GRASS GIS, PostGIS ja OpenStreetMap (OSM). (mm. Lassila 2017.)

QGIS, joka aikaisemmin tunnettiin nimellä *Quantum GIS*, on ilmainen avoimen lähdekoodin paikkatieto-ohjelma. QGIS-ohjelman avulla paikkatietoa voi hallita, muokata, analysoida, visualisoida ja muodostaa aineistosta tulostettavia karttoja. QGIS tukee lukuisia vektori-, rasteri- ja tietokantaformaatteja ja niiden toiminnallisia ominaisuuksia. QGIS on vapaaehtoisen ylläpitämä ja kehittämä ohjelma, johon tulee usein uusia päivitysversioita. Ohjelmaa voi käyttää usealla eri kielellä ja se toimii eri käyttöjärjestelmissä esimerkiksi Linux, Unix, Mac OSX, Windows ja Android. (QGIS project 2022.)

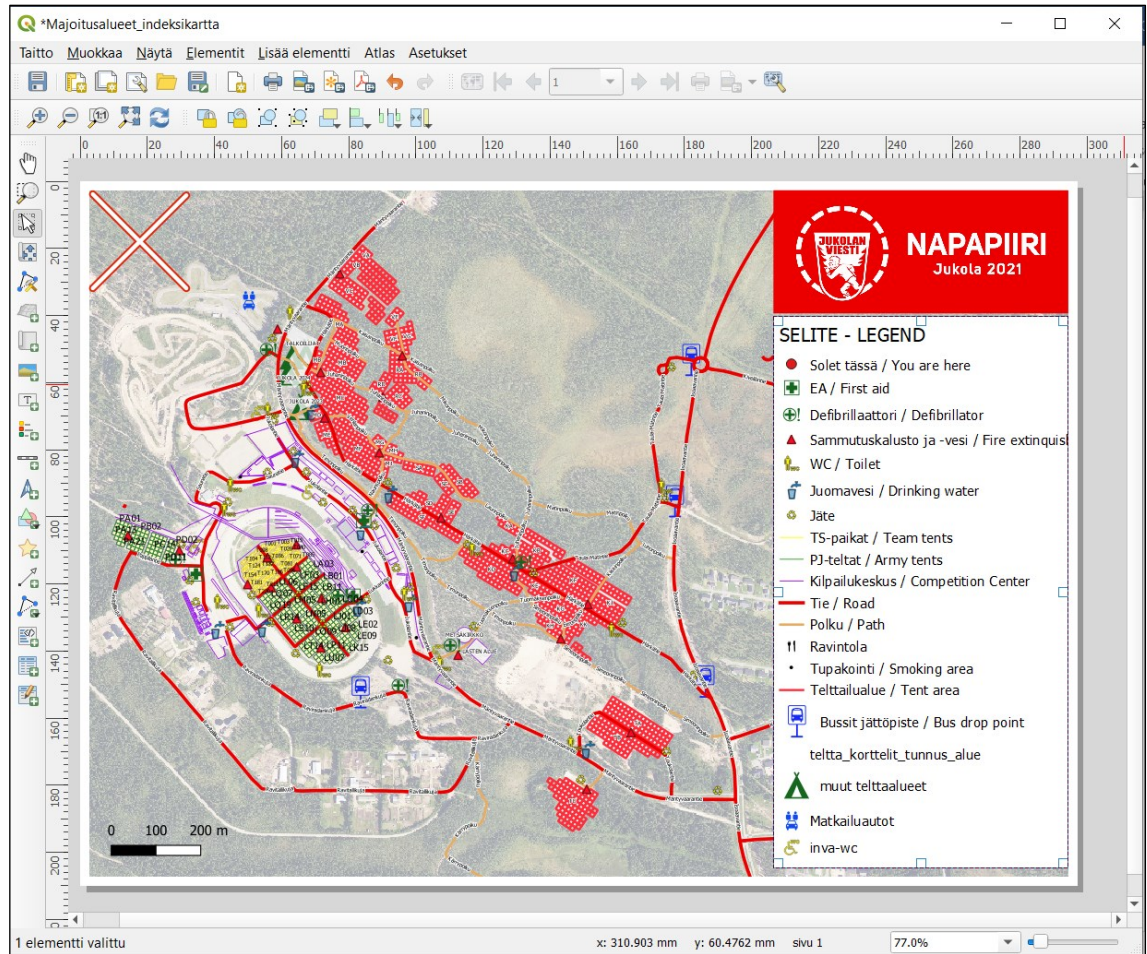
QGIS-ohjelman työtilassa (*workspace*) luodaan projekti (.qgs -tiedosto), johon voi tuoda rasteri- tai vektoripohjaista aineistoa omiksi tasoikseen (*layer*) kuvion 13 mukaisesti. QGIS tunnistaa ladatun paikkatietoaineiston koordinaatiston tai aineistolle voi myös tehdä koordinaatiston muunnoksen, jossa projektia halutaan käsitellä. Valittua tasoa ja sen aineistoa voi käsitellä ja muokata työtilassa toimintavalikoilla tai kuvakkeilla editoimalla siihen esimerkiksi haluttuja vektoriaineistoja. Datalle voi valita myös omia symboleja, esitystapoja tai luokituksia Layer properties -valikosta. Kartan selvyuden kannalta esimerkiksi nimiö (*legend*) on tärkeä ja tarpeellinen kohteiden nimistöä kuvaava tekstilaatikko, jonka tyyliä ja asemointia voi työtilassa muokata myös Layer properties -valikossa (kuvio 13).



Kuvio 13. QGIS-paikkatieto-ohjelman työtilänäkymä, jossa on käynnissä 3D-Win-ohjelmalla luodun majoitusalueiden käsittely. Piste- ja viiva-aineistot ovat omina tasoinaan vasemmassa alareunassa ja Layer Properties -valikko avoinna tie-tason muokkaamista varten.

Aineistoista muodostettuihin tietokantoihin (attribuutit) voi tehdä hakuja ja valintoja tai luoda uusia tietokantoja aineistoon pohjautuen. Attribuuttitaulukosta voi tarkistaa ja muuttaa halutulta tasolta esimerkiksi vektoriaineistosta pisteiden tai polygon-kohteiden ID-tunnukset ja tyyppiluokitukset, suorittaa hakuja ja valintoja haluttujen kriteerien mukaan aineistoon ja niiden ominaisuustietoihin.

QGIS-ohjelmassa haluttu projekti viedään taitto-ohjelmaan kartan laatimista varten (kuvio 14). Taitto-tilaan (*layout*) luodaan kopio projektityötilasta uutena ”karttana”. Taitto-ohjelmassa voi lisätä ja muokata karttaan tulevia otsikointeja, selitteitä, kuva- ja karttaelementtejä kuten mittakaava ja pohjoisnuoli tai tekstejä. Taitto-tilan asetukset voidaan kopioida myös uuteen karttanäkymään, joten samasta projektista voi helposti tehdä useita samoilla selitteillä ja asemoinneilla olevia karttoja eri alueilta.



Kuvio 14. QGIS-paikkatieto-ohjelman taittoilassa, jossa voi luoda kartan työtilan projektista halutuilla symboleilla, selitteillä ja karttaelementeillä.

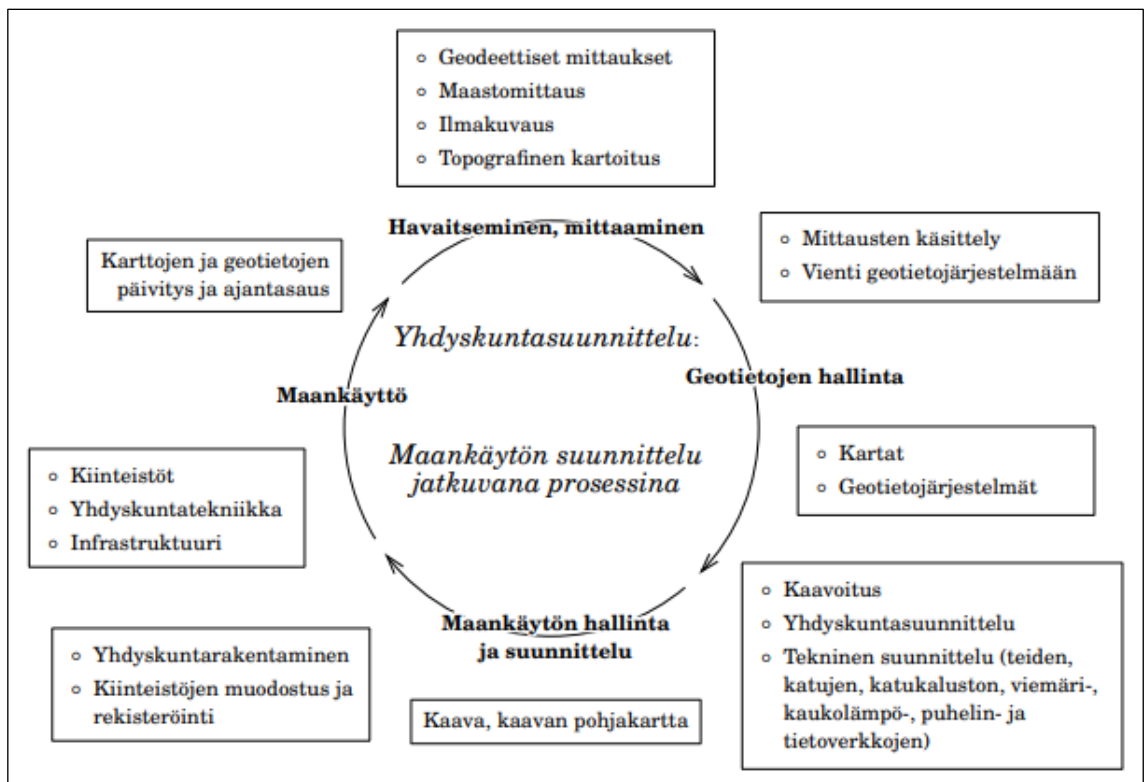
Vapaan lähdekoodin ohjelmissa käyttö voi olla ajoittain vähän hidasta ja virheilmoituksilta tai ohjelman kaatumiselta ei aina voi välttyä. Siksi jatkuva projektin tallennus on tärkeää. Ohjelma ei esimerkiksi välttämättä toista projektin näkymää identtisenä taittoilassa, joten esimerkiksi symbolien, nimiöiden eli nimettyjen polygon- ja vektoriaineistojen ja tekstien asemointia, kokoa ja suuntaa pitää muokata sopivaksi tarkistamalla näkymä taitto-ohjelman puolelta. Lopullisen tuloksen näkee usein vasta taitosta tulostetussa karttatulosteesta, joten säätämiseen on syytä varata aikaa QGIS-ohjelman kanssa.

QGIS-ohjelmaan löytyy hyvin oppaita, ohjeita ja käyttökuvauksia niin englannin kuin myös suomenkin kielellä useista eri lähteistä. Ohjelman oma käyttötuki ja dokumentaatio-ohje löytyy ohjelman kotisivuilta qgis.org, josta löytyy myös QGIS käyttöohjeet eri ohjelmistoversioille (QGIS 2022b). Tukea voi löytyä tarvittaessa myös QGIS-käyttäjien yhteisöistä, esimerkiksi Facebook-yhteisön QGIS Suomi -ryhmästä.

7 KARTTA-AINESTON TUOTTAMINEN JA OPASKARTAT

7.1 Karttojen merkitys

Nyky-yhteiskunnassa karttoihin ja paikkaan sidotun tietojen tarpeellisuus korostuu yhdyskunta- ja maankäytön suunnittelussa. Maankäytön suunnittelu on maa-alueiden käyttämisen ohjaamista lainsäädännöllä, päätöksillä ja kaavoittamisella. Yhdyskuntasuunnittelu on puolestaan enemmän näiden suunnitelmien toteuttamista, ajantasaistamista ja viemistä käytäntöön ohjaamalla ihmisten toimintaa ja maa-alueiden käyttöä. Suunnittelu- ja ohjaustyö nivoutuu keskeisesti maanmittaukseen ja karttojen käyttöön, mitä Vermeer (2017) on kuvannut kuviossa 15.

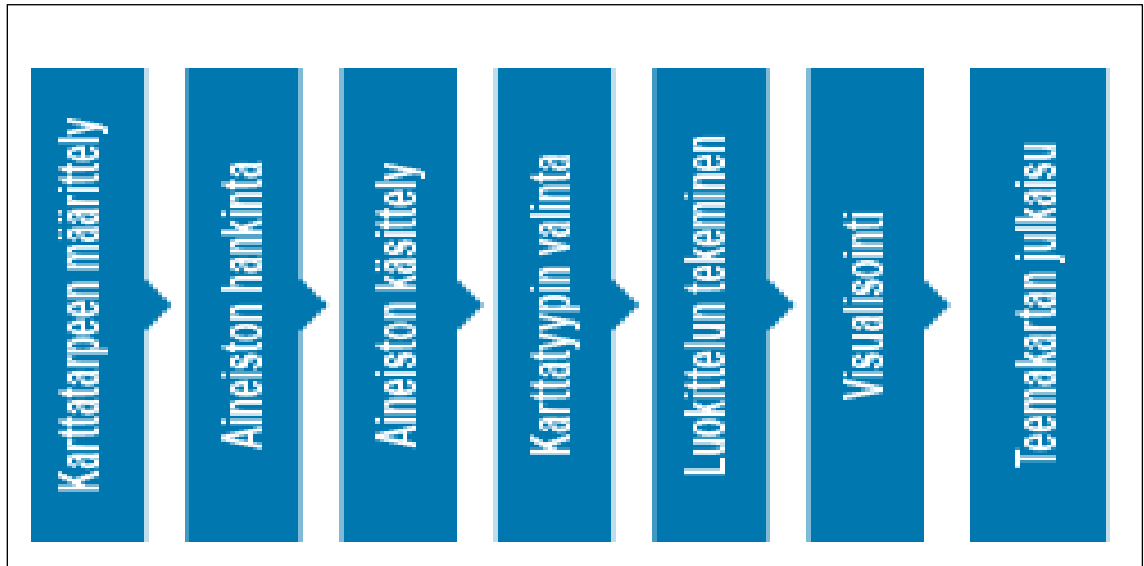


Kuvio 15. Karttojen ja maanmittauksen tehtäviä kuvaava kaavio maankäytön ja yhdyskuntasuunnittelun osa-alueilla (Vermeer 2017, 19).

Paikkaan sidotun tiedon ja suunnitelmien määrä on nykyään valtava, karttoja on joka lähtöön, joten kartan visualisointi ja esittäminen selkeällä, ymmärrettävällä ja nopeasti omaksuttavalla tavalla on tärkeää (Kivekäs 2020). Hyvä kartta on tähän tarkoitukseen tarpeellinen väline.

7.2 Kartan laatimisen vaiheet

Kartan laatiminen alkaa aina lopputuloksen hahmottamisesta. Kartta vastaa kysymyksiin missä, mitä, minne ja miten. Näiden kysymysten avulla määritellään karttatarve ja kartan laatimisen prosessi kuvion 16 mukaisesti.



Kuvio 16. Kartan laatimisen prosessin vaiheet (Tilastokeskus 2021, kohta 11.1).

Kartan laatimisen osalta on ratkaistava muun muassa mistä saadaan aineisto, minkälaista se on ja mitä muuttujia se sisältää (tietokanta), mitä aineistosta voidaan käyttää ja miten sitä käsitellään tilastollisilla ja graafisilla menetelmillä, ja miten se visualisoidaan eli esitetään asetetun tavoitteen saavuttamiseksi. Kartta-prosessissa on ratkaistava myös karttateknisiä vaatimuksia esimerkiksi koordinaatistoon, aluerajaukseen ja mittakaavaan liittyen. Prosessi vaatii teknisen osaamisen lisäksi myös kartografista tietämystä, kokemusta ja ymmärrystä kartoista, mutta erityisesti kykyä asettua tulevan kartan käyttäjän asemaan. (Koivunen 2001, Tilastokeskus 2021, luku 11, Kivekäs 2020.)

7.3 Hyvän kartan vaatimukset



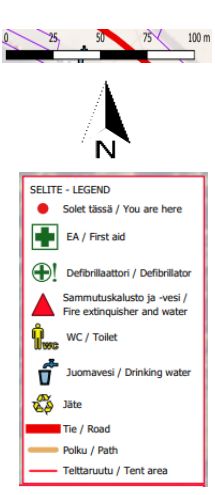
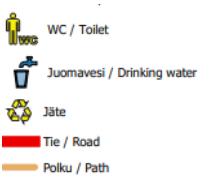


Hyvälle kartalle on useita erilaisia vaatimuksia riippuen mihin käyttötarkoitukseen kartta on tehty. Samat yleispätevät vaatimukset korostuvat useissa eri lähteissä ja kartografian oppaissa, valtiollisissa ohjeistuksissa, kursseilla ja kirjallisuudessa (Koivunen 2001, Maanmittauslaitos 2003, 2011, Muukkonen ym. 2021a, 2021b, Vermeer 2017, 18-20, Kivekäs 2020). Hyvän kartan perusvaatimuksia ovat: 1)

oikeellisuus eli kartta kuvaa aluetta valitun kuvausteeman perusteella oikein (sijainti- ja ominaisuustiedon laatu), 2) riittävän ja tarkoituksenmukaisen tiedon välittäminen on tehty yleistämällä kuvattua kohdetta tai ilmiötä, 3) sijainnin osoittaminen on tehty oikein valituilla menetelmillä sekä 4) kartassa on riittävä kuvaus- tai mittaustarkkuus, joka perustuu valittuun mittakaavaan tai kartan resoluutioon. Kartan on siis kommunikoitava kartan tekijän ja käyttäjän välillä ilman väärinkäsitysten mahdollisuutta eli kartan avulla saaman kuvan todellisuudesta on vastattava mahdollisimman hyvin kartan tekijän kartalle asettamia päämääriä (Koivunen 2001, Kivekäs 2020).

Fyysinen kartta kuvaa maastoa mahdollisimman tarkasti ja oikein. Kartan avulla tulee saada mielikuva maastosta sellaisena kuin se on sillä tarkkuudella, millä kartta on esitetty. Teemakartta puolestaan on esitys, jossa kuvataan tiettyä ilmiötä eli teemaa erilaisten laadullisten tai määrällisten tietojen ja kartografisten elementtien avulla pisteinä, viivoina, alueina tai eri esitystapojen yhdistelmänä (Tilastokeskus 2021, Koivunen 2001). Teeman valinta on kartan onnistumisen kannalta ensiarvoisen tärkeää.

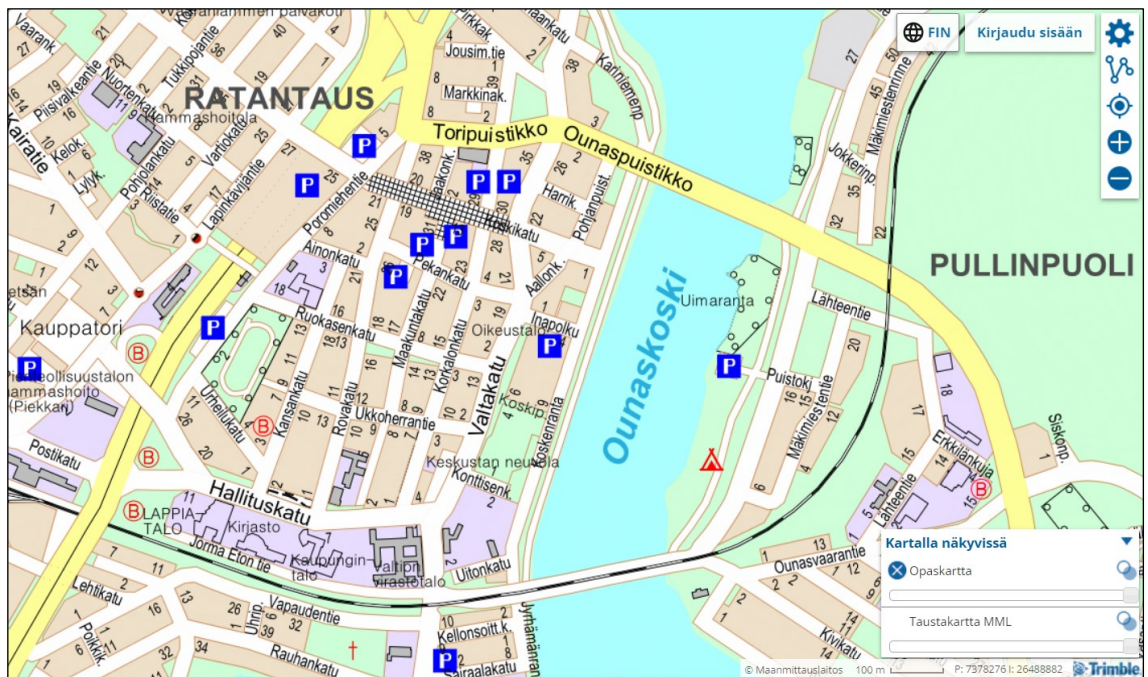
Kartan ulkoasu eli layout rakentuu erilaisten kartografisten ratkaisujen avulla. Päätöksien kohteena ovat kartan värimaailman valinta, kartan kohteiden eli vektoriaineiston (pisteet, viivat, alueet) koko, muoto tai paksuus, ja se, miten symboleja kuvataan värien, kuvioiden (symbolien) ja tekstien avulla sekä miten visualisoidaan esillä olevaa ominaisuustietoa. Näiden valintojen avulla voidaan esimerkiksi korostaa tai häivyttää tekijän valitsemia asioita. Kartalle on valittava myös otsikko ja kartan käyttöä selventävät karttaelementit, joita ovat esimerkiksi mittakaava, pohjoisnuoli ja käytettyjen symbolien selitteet (legenda, laatikkomuodossa oleva symbolien määrittely). Sijainnin voi ilmoittaa indeksikartan avulla, koordinaatein, asteverkoston ja koordinaatistotietojen avulla, mikäli se on tarpeellista. Karttaan on tärkeää sijoittaa myös tekijätiedot sekä lähde- ja muun käytetyn aineiston ja sopimusvaatimusten mukaiset tiedot ja lisenssit. Karttatietojen esittämiseen eri lähteissä (Koivunen 2001, Muukkonen ym. 2021a, 2021b, Nylén ym. 2021 a, 2021b, Tilastokeskus 2021) liittyviä vaatimuksia on esitelty taulukossa 3.

Taulukko 3. Karttojen laatimiseen ja karttatiedon esittämiseen liittyviä hyvän kartan ohjeistuksia.

Kartta-tieto	Esitystapa	Ohjeistus tai vaatimus
Otsikko		<p>Otsikkoa on käytettävä, jos kartta esitetään omana tiedostonaan. Informatiivinen, kertoo lyhyesti mitä kartassa esitetään ja missä. Sijoitus yleensä kartan yläreunaan keskelle tai sivulle.</p>
Indeksi-kartta		<p>Sijaintikartta, joka kertoo missä kyseinen kartta-alue sijaitsee. Mikäli kartta on osa laajempaa aluetta, indeksiruudulla, nuolella tai pisteellä kuvataan, mitä aluetta kartta siitä esittää. Sijoitetaan ”tyhjälle alueelle” kartalla.</p>
Kartta-elementit		<p>Mittakaava: Kuvataan jana- tai suhdelukumittakaavalla. Janamittakaavan käyttöä suositetaan, mikäli karttaa voi suurentaa tai pienentää esim. sähköiset kartat). Suhdelukua käytetään painetuissa kartoissa.</p> <p>Pohjoisnuoli: käytetään, mikäli koordinaatteja tai asteverkkoa ei ole esitelty. Nuoli osoittaa pohjoiseen, asemoitava kartan koordinaatiston mukaan.</p> <p>Selitelatikko: Selittää ja määrittelee kartassa käytetyt symbolit, niiden värien tai väriskaalan merkityksen ja käytetyn mittayksikön.</p>
Symbolit		<p>Symbolien oletetaan kuvaavan ilmiötä selkeästi, väreiltään oletettavasti (esim. vesi sinistä) ja mielikuviltaan johtamatta käyttäjää harhaan. Symbolin on oltava muodoltaan selkeä, hyvin hahmotettava, ilmiötä kuvaava ja sopivan kokoinen. Symbolin koko tai leveys voi kertoa kohteen tärkeydestä.</p>
Nimistö		<p>Tärkeimpiä alue- ja paikannimiä tuodaan esille kartassa. Tärkeämmät ja tunnetuimmat esitetään isommalla ja vähemmän tärkeät pienemmällä fonttikoolla. Nimistön toistaminen on tarkoituksenmukaista esim. pitkien teiden ja laajojen alueiden kohdalla.</p>
Pohja-kartta		<p>Tausta-aineistona voidaan käyttää esim. alueen ilmakuvaa, peruskarttaa tai pohjakaavaa, joka on georeferoitava käytettyyn koordinaatistoon. Tarvittaessa pohjakartta voidaan tehdä UAV-kuvauksien avulla ajantasaiseksi.</p>

7.4 Opaskartat

Tyypillisiä opaskarttoja ovat tiestö- ja paikannimistöön liittyvät kartat esimerkiksi kadunnimistökartat. Esimerkiksi kaupunkien tai hakukoneiden (esim. *Google Maps*) karttapalvelimilla on usein varsinaisia opaskarttoja (kuvio 17) ja muunneltavia opaskarttoja, joista voi valita haluamansa teeman tai toiminnot, jota kartta kuvaa. Näitä teemoja voivat olla esimerkiksi liikkuminen, vapaa-ajan kohteet, palvelut ja kaavoitus.



Kuvio 17. Rovaniemen karttapalvelun (2022) esittämä opaskartta Rovaniemen keskustasta.

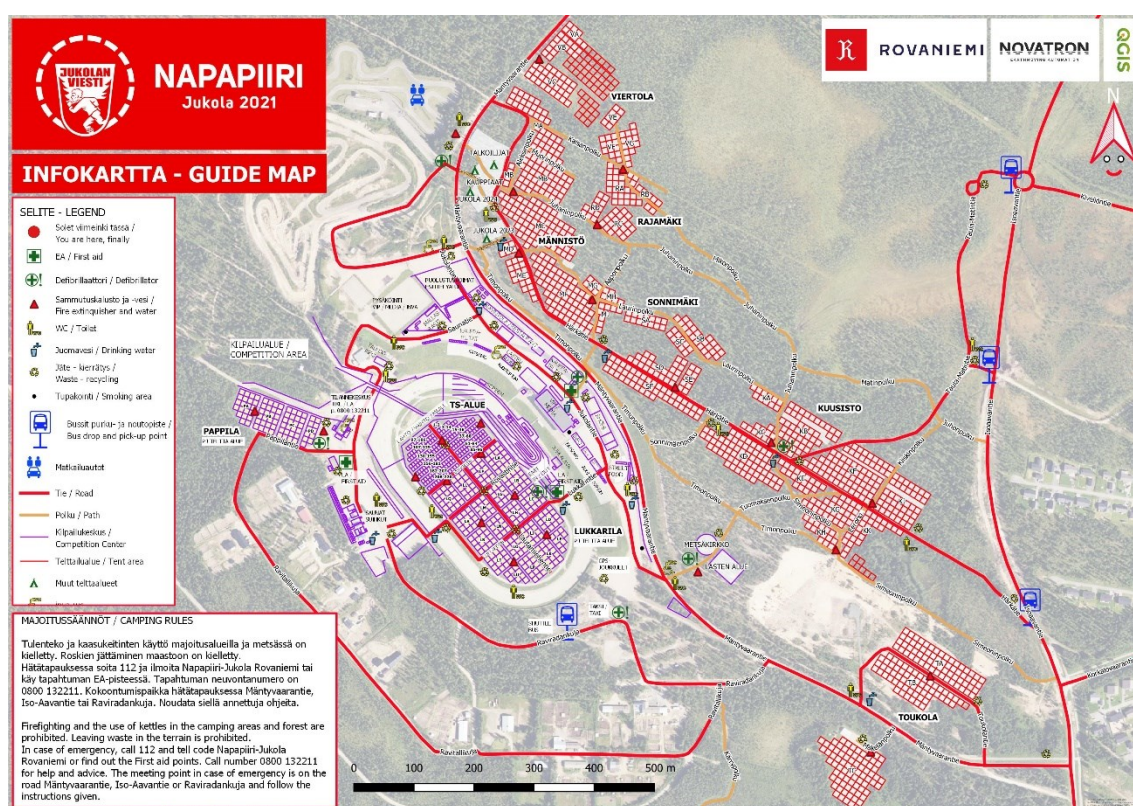
Info- ja opaskarttoja on usein tapahtuma-alueiden esittelyn yhteydessä opastamassa käyttäjiä eteenpäin ja haluamiinsa kohteisiin. Kartat voivat olla myös pelkistettyjä ja keskittyä vain tiettyyn tai muutamaankin teemaan. Esimerkiksi Jukolan viestin opaskartat ovat olleet yleensä tämän tyyppisiä opaskarttoja.

Opaskarttoja on myös paljon matkailuun liittyen, jolloin kartan lähtökohtana voi olla alueen hahmottaminen, käyttäminen tai matkailukohteiden löytäminen. Matkailukartta voi sisältää myös kaupallista toimintaa ja voi siis toimia myös markkinoinnin. Siksi on hyvä muistaa, että opaskartta kertoo vain osatotuuden alueesta, joten huomiota on kiinnitettävä myös tietoihin kartan laatijasta, tuottajasta tai tarkoituksesta.

8 NAPAPIIRI-JUKOLA 2021 MAJOITUSALUEIDEN MERKINTÄ

8.1 Napapiiri-Jukola 2021 -tapahtuman majoitusalueet

Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden indeksikartta (kuvio 18) esittelee majoitusalueiden merkintäalueen (punaiset ja violetit neliöruudut), joka koostuu majoitusaluekohteista maastossa sekä kilpailukeskuksen perustoiminnoista ja kilpailukeskuksen alueelle merkittävistä majoitus- ja seuratelmta-alueista. Kartta on esitetty isommassa koossa myös liitteenä 2.



Kuvio 18. Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden indeksikartta.

Maastossa olevat yksittäiset majoitusalueet ovat kooltaan 10 m x 10 m ja ne ja kaantuvat kuuteen nimettyyn alueeseen: Viertola, Rajamäki, Männistö, Sonnimäki, Kuusisto ja Toukola. Alueiden sisällä majoitusalueet on eroteltu omiksi pienemmiksi kortteleiksi turvallisuusmääräysten mukaan (SPEK 2020, Ulkoilulaki 1973, Pelastuslaki 2011, Koirikivi 2020) ja niiden läheisyydessä kulkee ajokelpoiset tieväylät (tiet) sekä kapeammat kulku- ja pelastusväylät (polut). Korttelialueet on nimetty kirjaintunnuksin (esim. MA). Ensimmäinen kirjain tarkoittaa aluetta, esimerkiksi M=Männistö, ja jälkimmäinen kirjain korttelia. Korttelikirjaimissa ei

käytetä I-kirjainta, jotta se ei sekoitu J-kirjaimen viestintätilanteissa tai hätäilmoitusta tehdessä. Yksittäisiä telttapaikkoja kuvaa aluetunnuksen jälkeen oleva kaksinumeroinen numerokoodi (esim. MA01).

Kilpailukeskuksessa olevat alueet jakautuvat kahdeksi PJ-alueeksi eli puolijoukkueteltha-alueiksi Lukkarila ja Pappila ja TS-alueeksi eli tuulisuoja-alueeksi. PJ-alueet koostuvat yksittäisistä 9 m x 9 m ruuduista, joiden keskipisteessä on Suomen puolustusvoimien omistama ja pystyttämä armeijan puolijoukkueteltha (\varnothing 5 m). Puolijoukkueteltha-alueen kirjainkoodissa, esimerkiksi LA, ensimmäinen kirjain kuvaa aluetta (L=Lukkarila) ja toinen kirjain korttelia. Yksittäisiä puolijoukkuetelhtapaikkoja kuvataan kaksinumeroisella kirjainoodilla (esim. LA12). Tuulisuoja-alueeksi (TS-alue) eli joukkueiden huoltotelta-alueeksi merkityt ruudut on merkitty tunnuksella T ja numerokoodilla (T001-T220), joka kuvaa yksittäistä paikkaa TS-alueella.

Kartan alueella olevat alueiden, teiden ja polkujen nimet on laadittu Aleksis Kiven Seitsemän veljestä -teoksen (Kivi 2007) paikan- ja henkilönimistön mukaisesti. Kohteet on pyritty sijoittamaan alueellisesti Seitsemän veljestä teoksen mukaisesti eli metsässä olevat kohteet ovat sitä kauempana sivistyksestä mitä kauempana ne romaanissa ovat. Napapiiri-Jukolassa 2021 kilpailukeskuksen alueella ovat Lukkarilan ja Pappilan alueet, jossa romaanin mukaan veljekset joutuivat käymään sivistäytymässä papin, lukkarin tai vallesmannin opissa. Alueen tienimistössä on käytetty romaanin henkilönimistöä näiltä alueilta. Majoitusalueiden tienimistö noudattaa eri alueiden mukaista henkilönimistöä (esim. Männistön Venlanpolku, Sonnimäen Naurispolku ja Rajamäen Kaisanpolu). Viralliset tienimet (esim. Mäntyvaarantie, Ravitallinkuja) ovat kartallakin virallisilla nimillään.

Aluekuvaukset eri majoitusalueista on esitelty Napapiiri-Jukola 2021 internet-sivuilla (Napapiiri-Jukola 2021c) sekä liitteessä 3. Aluekuvauksissa on kerrottu alueen maastosta ja käyttörajoitteista esimerkiksi ympäristönsuojelulain (2014) mukaisen pohjavesialueen rajoituksista tai pelastuslain (2011) mukaisen tulentekokiellon rajoituksista. Majoitusmaksut Napapiiri-Jukola 2021 -tapahtumassa oleville majoitusalueille on myös esitelty samalla internetsivulla.

8.2 Mittaushankkeen esittely

Merkintämittaushankkeiden dokumentoinnin vaatimuksia ei ole virallisesti määritetty, mutta esimerkiksi kartoitusmittausten ja maastomallin laatimiseen liittyviä vaatimuksia (Liikennevirasto 2017a, 2017b, liite 6.4.1.) sekä kaavoitukseen, infra- ja kiinteistötoimituksiin liittyviä mittaus- ja merkintäohjeistuksia (mm. JUHTA 2012, 2014, Maanmittauslaitos 2003, 2011) voi soveltaa myös merkintämittausten mittausperustan laatimisessa sekä merkintämittausten työvaiheiden ja niiden dokumentoinnin ohjeistuksina. Liikenneviraston (2017a, 2017b, liite 6.4.1.) mukaan hankkeen mittausperustassa ja hankkeen raportoinneissa tulisi tuoda esille ainakin hanketiedot, jotka on esitelty seuraavaksi.

HANKE-ESITTELY: Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden perustaminen ja opaskarttojen laatiminen

- **Hankkeen perustiedot:** Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueet, Mäntyvaaran raviradan alue, Mäntyvaarantie 161, 96100 Rovaniemi
- **Toimeksiantaja ja tilaaja:** Napapiiri-Jukola 2020 / 2021 organisaatio, pääsihteeri Sami Leinonen, kilpailun johtaja Martti Anttila
- **Mittaustyön johtaja:** Teppo Kuusela
- **Mittaussuunnitelman laatijat:** Teppo Kuusela ja Anssi Koirikivi 2019 (mittausperusta, paikkatietoaineisto), Teppo Kuusela 2021 (merkintämittaukset, opaskartat, paikkatietoaineiston päivitys)
- **Käytettävä koordinaatisto ja korkeusjärjestelmä:** ETRS-TM35FIN / EPSG:3067, FIN2005N00
- **Maanomistus- ja käyttötiedot:** maa-alueiden omistaja Rovaniemen kaupunki, vuokrasopimukset majoitusalueella Rovaniemen Ravirata Oy (Lukkarila, Pappila), Rovaniemen palveluskoirakerho ry (Toukola) ja Rovaniemen saksanpaimenkoirayhdistys (Viertola)
- **Mittauskalusto, mittausajankohta ja tekijät (merkintäalue suluissa):**
 - GNSS-satelliittipaikannin Trimble R8, 12.7.–19.8.2021, Teppo Kuusela (noin 750 merkintäpistettä koko hankealueella)
 - Mittanauhat, 50 m lasikuitunauhainen kelamitta, 9.8.–20.8.2021
 - Teppo Kuusela (VA–VG, RA–RD, KE–KL, TS01–TS220)
 - Korkalovaaran peruskoulu 9A-luokka (MA–MJ)
 - Korkalovaaran peruskoulu 9I-luokka (TA–TB, PA–PD)
 - Rovaniemen Steinerkoulu 5. luokka (LA–LU, TS)
 - Rovaniemen Steinerkoulu 7. luokka (KF–KJ, TC, TS)
 - REDU Matkailualan opiskelijat (KA–KD, SA–SE)
 - Napapiirin Tytöt ry partioryhmä Hevoskotkat (SF)

- **Käytetyt sovellusohjelmistot:**
 - pisteaineiston käsittely ja työkarttojen luominen:
3D-Win versio 6.7.1-maastomittausohjelmisto Novatron Oy:n myöntämällä tilapäislisenssillä 06–08/2021
 - kartta-aineistojen käsittely ja opaskarttojen luominen:
QGIS versio 3.16 Zanzibar
- **Käytetyt ohjeet tai ohjeistukset:**
 - **Hanketyötä koskevat yleisohjeistukset:**
 - Rakennusurakan yleiset sopimusehdot (YSE 1998)
 - Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot (KSE 2013)
 - Käyttöehdot OP Kevytyrittäjä (OP Kevytyrittäjä 2022)
 - **Suunnittelutyötä koskeneet ohjeistukset:**
 - toimeksiantajan telttapaikan kokoa ja lukumäärää koskevat määräykset
 - Ulkoilulaki 606/1973 3:19, 3:23: säännökset tilapäisestä leirintäalueesta, sen perustamisesta ja ilmoittamisesta, palo- ja henkilöturvallisuudesta sekä terveydellisten haittojen ehkäisemisestä
 - Pelastuslaki 379/2011: säännökset turvallisuudesta, pelastusteistä (mm. kulkuväylien leveysvaatimukset), pelastussuunnitelman teosta ja yhteistyöstä pelastusviranomaisten ja tapahtuman Liikenne- ja turvallisuusvaliokunnan kanssa
 - Suomen Pelastusalan Keskusjärjestön ohjeistukset leirintäalueen turvallisuusmääräyksistä (SPEK 2020)
 - **Mittaus- ja merkintätyötä koskevat ohjeistukset:**
 - YIV2015/1 (buildingSMART Finland 2019)
 - Kaavoitusmittausohjeet (MML 2003), Määräys mittausten tarkkuudesta ja rajamerkeistä kiinteistötoimituksessa (MML 2011)
 - Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – Mittausohje ja Maastotietojen hankinta – Toimintaohjeet (Liikennevirasto 2017a, 2017b)
 - Suomen puolustusvoimat, ohjeet PJ-telttä-alueen perustamisesta ja kenttämerkinnöistä
 - **Paikkatieto- ja kartoitustyötä koskevat ohjeistukset:**
 - JHS 162 (JUHTA 2012b), JHS 184 (JUHTA 2012a), JHS185 (JUHTA 2014 ja sen liite 4)
 - ISO 19000 -sarjan standardit paikkatiedolle
 - soveltaen Inspire-direktiiviä (2007/2/EY)
 - Ohjeistukset paikkatietoaineiston ja karttojen toimittamista varten Sitowise Oy (Lehtonen 2019) tuottamaa varaustietojärjestelmää ja Tietotalo Oy (Pitkämäki 2021) tuottamaa Jukola 2021 -mobiili-sovellusta varten

- **Laadunvarmistustoimenpiteet:**
 - selkeä merkintätapa: puupaalu 1 m (telttä-alueet) ja puupaalu 0,5 m (PJ- ja TS-alueet), GNSS-merkittyjen paalujen korostus merkintämaalilla, PJ-teltojen keskisalun paikka merkitty merkintämaalilla maahan
 - GNSS-laitteet: FIX/FLOAT-kontrollointi, merkintäaineiston kontrolli- ja tarkistuspisteet, kartta-aineistossa maastoon GNSS-merkityt paalut
 - muut mittalaitteet: mittanauhojen laadunvarmistus (CE M3830), työtapojen ohjeistus ”aliurakoitsijoille”, nurkkapisteiden kontrollointi
 - sijaintitieto: paikkakoodien nitominen kohteisiin, jolloin suoritettiin merkintäkohteiden sijaintikontrollit ja tarvittaessa sijainnin korjaus
- **Itselleluovutustiedot:**
 - GNSS-merkintöjen tarkistukset alueittain ennen mittanauhoilla suoritettua merkintää 16.7.–13.8.2021
 - aluetarkistus telttapaikkakoodien merkintöjen yhteydessä 18.–20.8.2021
 - luovutus tilaajalle 20.8.2021 klo 18
 - alueiden loppu- ja jälleluovutustarkistus Rovaniemen kaupungille ja vuokraoikeuden haltijoille tapahtuman jälkeen 23.–25.8.2021 (tapahtumaorganisaatio)
- **Poikkeamatiedot ohjeista tai ohjeistuksista:**
 - Majoitusalueiden luovutus viivästyi force major -systä johtuen.

8.3 Majoitusalueiden perustamisen työvaiheet

On käytävä monta eri työvaihetta (liite 4 mukaisesti) läpi ennen kuin toimivat, turvalliset ja tarkasti maastoon merkityt majoitusalueet voidaan luovuttaa vuokraajille valmiina. Tämän opinnäytetyön merkintämittauksiin liittyvä majoitusalueiden suunnittelu ja merkitseminen maastoon oheistoimintoinen on verrattavissa työvaiheiltaan kunnissa käytettävään sitovan tonttijaon laatimiseen (mm. Kuntaliitto 2022, MRL 132/1999 11:78 §, KML 554/1995, Oksamo 2015, Vermeer 2017, 230–231, Viitala 2017).

Kuntien sitovan tonttijaon laatimisen vaiheet on esitelty taulukossa 4, jossa näitä työvaiheita on verrattu Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden merkitsemiseen liittyviin työvaiheisiin. Majoitusalueiden telttapaikkojen merkintä maastoon muistuttaa todella paljon sitovan tonttijaon mukaisten tonttien merkitsemistä kaavoitetuille alueille. Muun muassa määrät, mittakaavat, ajallinen kesto, kirjaamisprosessit sekä työn ja tonttien hinnoittelu ovat tässä työssä erilaiset.

Taulukko 4. Tonttijakoon liittyvien työvaiheiden vertautuminen Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden perustamiseen.

	Sitovaan tonttijakoon liittyvät työvaiheet	Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden perustamiseen liittyvät työvaiheet
1)	Asemakaavaprosessin käynnistys. Lakisääteiset kuulemiset, YVA-prosessit ja muut lain edellyttämät toimenpiteet.	Aluesuunnittelu, aluerajaukset, maankäytöstä sopiminen, neuvottelut ja sopimukset yhteistyötahojen kanssa. Toimeksiantosopimukset.
2)	Kartoitus. Asemakaavan pohjakartan laatiminen tai päivittäminen.	Maastokartoitukset, pohjakartan laatiminen. Kokonaissuunnittelualue 150 000 m ² .
3)	Asemakaavoitus kortteleittain.	Majoitusalueiden rajaaminen alueittain ja kortteleittain omiksi alueiksi. Alueiden ja teiden nimeäminen.
4)	Tonttijakohakemus tai -ehdotus. Asianosaisten kuulemiset. Tonttijaon laatiminen (MRA 37 §) lainvoimaisen asemakaavan ja sen määräysten pohjalta.	Yksittäisten majoitusalueiden, "tonttien", rajaaminen paikkatieto-ohjelmistossa. Jukolan viestin eri valiokuntien tarpeiden huomioiminen alueiden suunnittelussa. Teiden ja infra-alueiden suunnittelu, digitointi ja valitseminen / rajaaminen aineistosta.
5)	Tonttijakokartan laatiminen (MRA 38 §). Tonttien numerointi.	Majoitusalueiden suunnittelu- ja opaskarttojen laatiminen. Yksittäisten majoitusalueiden digitointi (vektori pohjainen polygoni), koodaus ja nimiöinti.
6)	Tonttijaon mukaisten kiinteistöjen muodostaminen ja rekisteröinti. Omistussuhteiden määrittely.	Majoitusalueiden siirtäminen varausjärjestelmään ja yksittäisen alueen rekisteröinti varauksen tehneelle.
7)	Tonttijakoon liittyvät maastotyöt. Asuinalueiden perustaminen (yhdyskuntateknikka, liikenneväylät, palvelut).	Maaston raivaukset ja valmistelut. Alueiden valmistelut liikenne-, huolto- ja infratoimintojen osalta.
8)	Tonttijaon ja asemakaavarakenteiden perustamisen kustannusten periminen ja laskutus.	Majoitusaluevarauksen maksaminen varauksen yhteydessä. Majoitusalueiden perustamiskustannukset, työn ja materiaalin laskutus.
9)	Tonttien merkitseminen maastoon rajamerkein (puupaaluin vuokraoikeudellisille tonteille ja rajapyykeihin lohkotuille tonteille). Asemakaavan mukaisten toimintojen ja verkostojen rakentaminen.	Majoitusalueiden merkitseminen maastoon GNSS-paikantimella tai mittanauhalla. Huolto-, liikenne- ja turvallisuustoimintojen perustaminen majoitusalueille. Teiden, opasteiden ja opaskarttojen laatiminen.

8.4 Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden merkintämittaukset

Napapiiri-Jukola 2021 -tapahtumassa merkittäviä majoitusalueita oli taulukon 5 mukaisesti maastossa kilpailukeskuksen läheisyydessä kuudella telttamajoitusalueella (Kuusisto, Männistö, Rajamäki, Sonnimäki, Toukola ja Viertola), joissa merkittiin yhteensä 1010 telttapaikkaa. Kaksi aluetta alkuperäisestä suunnitelmasta, Hemmola ja Impivaara, jäivät pois. Kilpailukeskuksessa merkittiin 362 puolijoukkuetelttapaikkaa (PJ-teltat) kahdella alueella, jotka olivat raviradan keskiosan nurmikentällä ollut Lukkarila ja raviradan reunalla olleella sorakentällä ollut Pappila. Raviradan keskiosan nurmikentän luoteispäättyyn merkittiin 220 tuulisuojaapaikkaa (TS-paikat), jotka toimivat seurojen joukkue- ja huoltotelttapaikkoina kilpailukeskuksessa. Oheisessa taulukossa 5 ovat majoitusalueiden telttapaikkojen lukumäärät alueittain suunnittelu- ja toteumamäärineen.

Taulukko 5. Majoitusalueiden nimet sekä suunniteltu ja toteutunut telttaruutujen merkintämäärä alueittain metsämajoitusalueilla sekä kilpailukeskuksen alueella.

	Alueen nimi	Suunnitelma - Paikkamäärä	Toteuma – Paikkamäärä
TELTTA-PAIKKA ALUEET	VIERTOLA	143	50
	MÄNNISTÖ	282	280
	RAJAMÄKI	140	64
	TOUKOLA	199	180
	SONNIMKI	127	127
	KUUSISTO	311	309
	HEMMOLA	138	0
	IMPIVAARA (vara-alue)	184	poistettu käytöstä 2019
	YHTEENSÄ	1524	1010
PJ-TS-ALUE	LUKKARILA	286	286
	PAPPILA	80	76
	TS-ALUE	239	220
	YHTEENSÄ	605	582

8.4.1 Majoitusalueiden suunnittelu- ja valmistelutyöt

Majoitusalueiden suunnittelu- ja valmistelutyöt ajoittuivat vuosiin 2019 ja 2020. Näitä töitä Koirikivi (2020) on esitellyt opinnäytetyössään. Merkittävimpiä vaiheita olivat maastokartoitukset (liite 1) kesäkaudella 2019 sekä syksyllä 2019 3D-Win-sovellusohjelmalla toteutettu yli 5000 pisteen aineiston luominen suorakulmaisella laskennalla telttaruutujen nurkkien paikoiksi. Lisäksi maastotietokannasta

ladattujen polkujen ja teiden aineistoa täydennettiin kartoittamalla polkuverkostoa. Lopuksi aineistoa editoitiin sekä luodut pisteet yhdistettiin viivatyökälulla telttaruutupolygoneiksi (yhtenäinen, suljettu ruutu, noin 3000 ruutua).

Telttapaikat koodattiin QGIS-paikkatieto-ohjelman atribuuttitaulukossa siten, että jokaiselle annettiin nelimerkkinen, yksilöllinen ID-tunnus eli telttapaikan koodi (esim. MA01, noin 1500 kpl), joka toimi myös varaustunnuksena ja tapahtumassa yksittäisen telttapaikan tunnisteena. Tämän paikkatietoaineiston pohjalta luotiin tapahtuman majoitusalueen varausjärjestelmä marraskuussa 2019 Sitowise Oy:n (Lehtinen 2019) toimesta. Luotua pisteaineistoa käytettiin myös majoitusalueiden merkinnöissä kesällä 2021, opaskarttojen laatimisessa sekä Tietotalo Oy:n (Pitkämäki 2021, Tietotalo 2021) toteuttaman Jukola 2021 -mobiilisovelluksen tausta-aineistona varsinaisessa tapahtumassa elokuussa 2021.

Majoitusalueiden valmistelutöitä olivat myös maaston raivaussuunnittelu. Maisemanhoitotyöluvan turvin Rovaniemen kaupungin omistuksessa olleisiin metsiin merkittiin harvennettavat alueet (etupäässä tiheät kuvioalueet ja kulku-urien reunat) merkkauksella. Raivaukset suoritti Rovaniemen kaupunki aliurakoitsijoidensa toteuttamana marraskuussa 2020. Raivausjätteet jäivät osaksi maastoon, joten heinäkuussa 2021 oli loput rangat haettava metsäkoneella maastosta, jotta majoitusalueet voitiin toteuttaa suunnitellun kaltaisina. Tämä aiheutti maastoon työkoneen uria ja jonkin verran lisäraivausta maaston puustolle, mikä aiheutti sosiaalisessa mediassa hieman keskustelua ja ärtymystä puiden kaadosta.

Majoitusalueen yhdyskuntateknikka-, turvallisuus- ja huoltotoimintojen suunnittelu kuului niille valiokunnille, joiden vastuulla toiminnot olivat. Majoitusalueiden merkintään niillä ei ollut vaikutusta, vaan varausjärjestelmään jo marraskuussa 2019 viedyt majoitusalueet määräsivät näiden toimintojen paikat. Jukolan viestin peruuntuessa maaliskuussa 2020 alustavat suunnitelmat olivat olemassa, mutta lopulliset suunnitelmat laadittiin vasta loppukesän 2021 aikana, kun lopullinen päätös Napapiiri-Jukolan toteuttamisesta tehtiin.

Ennen merkintöjen aloittamista vietiin teltta-alueen merkintöihin käytetyt paalut maastoon kulkuväylien läheisyyteen kuljetuslaatikoissaan. Puupaalut olivat ku-

vion 19 kaltaisia sinikärkisiä, 1 metrin mittaisia puurimoja. Ne ovat Jukola-tapahtuman kiertävää kalustoa eli ne oli tuotu Kangasala-Jukola 2019 -tapahtuman jälkeen Rovaniemelle kuljetuslaatikoissaan muun kiertävän kaluston mukana.



Kuvio 19. Teltta-alueen merkintään käytettyjä puupaaluja maastossa ja kenttämerkinnöissä.

Etukäteen arvioitiin, että GNSS-laitteella tullaan merkitsemään ainakin noin 250–300 pistettä maastomajoitusalueilla ja noin 150–200 pistettä PJ- ja TS-alueella. Tämä oli optimiluku, jos majoitusalueiden mittanauhamerkintöjen tukipisteiden merkintä voitaisiin tehdä suunnitellusti noin 40–50 metrin välein.

Koronaepidemian suhteen tilanne oli hyvin epävarma vielä keväällä ja alkukesästä 2021, joten merkintätöiden aloittaminen viivästyi kesäkuun alusta heinäkuun alkuun.

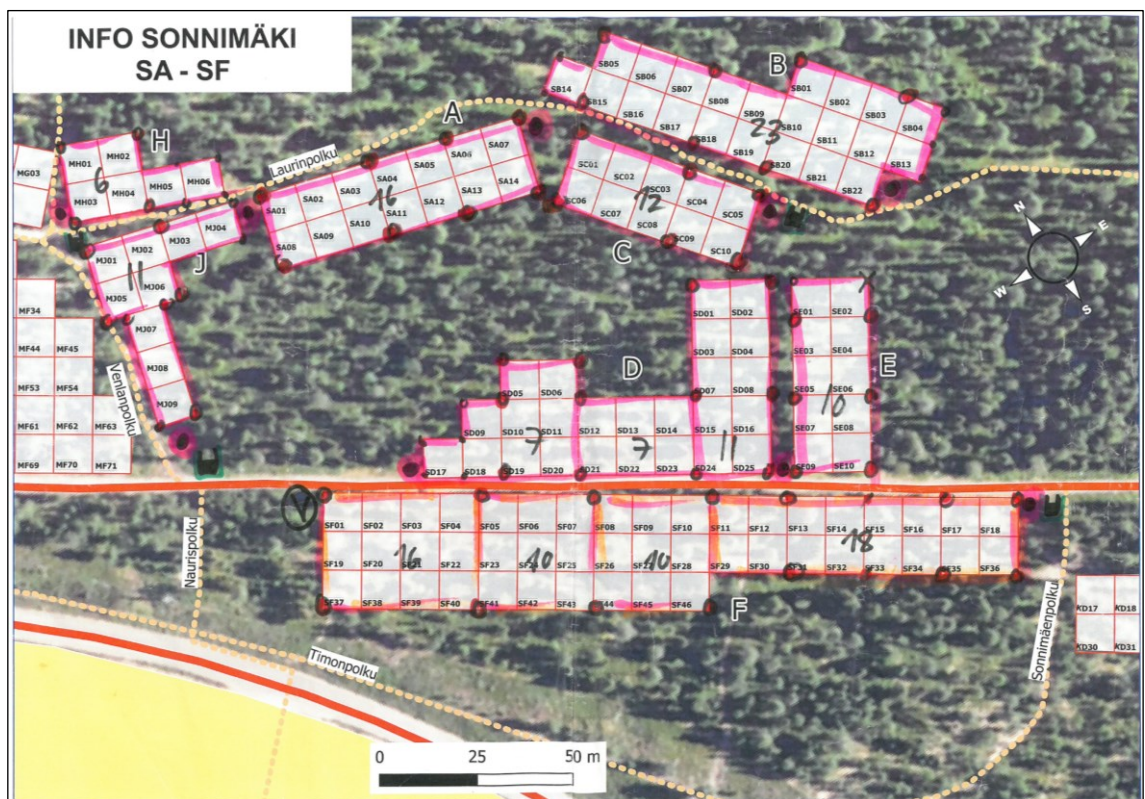
8.4.2 Maastotelttapaikkojen merkintätapa

Touko–kesäkuussa 2021 tehtiin merkintäalueen tarkistus ja valmistelu sekä paikatietoaineiston päivitys ja käsittely merkintämittauksia varten. Majoitusalueiden varaustilanteen perusteella poistettiin yksi alue, Hemmola, majoituskäytöstä ja sijoitettiin sille alueelle tehdyt varaukset läheisille alueille tyhjiin ruutuihin.

Maastossa oleville majoitusalueille merkittiin neliön mallisia 10 m x 10 m alueita, joiden jokaiseen nurkkaan lyötiin moskalla 1 m korkea puupaalu. Alueet oli merkittävä siten, että yksittäinen alue oli selkeästi rajattu puupaaluin, erotettavissa

toisistaan sekä löydettävissä kohteessa olevan kooditunnisteen tai Jukola-aplikaation majoitusalueen paikannustoiminnon avulla. Yksittäisen majoitusalueen vasempaan reunapaaluun päätieväylältä katsottuna nidottiin säänkestävä telttapaikkakoodi (esim. MA01) siten, että koodilappu näkyi oletettuun tulosuuntaan nähden ja osoitti telttapaikkaa päin. Alun perin merkittäviä ruutuja oli suunnittelu- vaiheessa 1340 kappaletta, joista osallistujamäärän vähentymisen ja varauksien peruuntumisten myötä lopulta merkittiin 1010 telttapaikkaa.

GNSS satelliittipaikantimen avulla merkittiin majoituskorttelin alueelle ruutujen nurkkapisteisiin 30 m–50 m välein ”tukipisteitä” puupaaluilla kuvion 20 mukaisesti. Puupaalun kärkeen merkattiin merkkusmaalilla punainen täplä ja käytettiin merkkus nauhaa havaitsemisen tehostamiseksi. Tukipisteiden välimatka riippui näkyvyydestä maastossa ja majoitusalueen reunan symmetrisyydestä. Esimerkiksi kulkuväyliä myötäilevien reunojen tai epäsymmetristen reuna-alueiden kohdalla yksittäisiä nurkkapisteitä merkattiin tiheämmin, tarvittaessa reunalinjan jokainen paalu 10 m välein.



Kuvio 20. Sonnimäen telttapaikkakartta, jossa GNSS-satelliittipaikantimella merkityt paalut merkitty ympyröimällä. Luvut tarkoittavat kuinka monta paalua ryhmä tarvitsee kortteliin merkittäväksi. Näiden paalujen väliselle alueelle ryhmät merkitsivät puutuvat paalut 10 metrin välein tämän kartan ja mittanauhan avulla.

Näiden tukipisteiden avulla voitiin merkitä 50 metrin kelamitalla loput majoitusruutujen nurkat tukipisteiden väliin. Paaluja merkanneet ryhmät vetivät mittanauhan ensin tien puoleisen sivun pisteiden väliin, kiristivät nauhan suoraksi ja merkitsivät paalut 10 välein. He kiersivät näin neliön muotoisen 30–50 m x 30–50 m alueen jokaisen sivun. Tämän jälkeen he vetivät vastakkaisilta reunapisteeltä toiselle väliin jäävät telttapaikan nurkkapisteet 10 metrin välein.

8.4.3 Kilpailukeskuksen telttapaikkojen merkintätapa

Kilpailukeskuksen puolijoukkueteltoa-alueilla (PJ-alueet) GNSS-paikantimen avulla merkittiin korttelialueiden (LA–LU, 24 kpl) nurkkien reunapisteet 1 m pitkillä puupaaluilla, jotka samalla rajasivat kulkuväyliä kentällä. GNSS-paikantimella merkittiin myös PJ-teltan keskisaloon keskipisteet korttelien nurkkaruutuihin (kuvio 21). Näiden tukipisteiden avulla muut keskisaloon paikat merkittiin 9 m x 9 m -ruutujen keskipisteeseen metrimittan avulla punaisella tai keltaisella merkintämaalilla merkintään värvättyjen ryhmien toimesta. Paikka merkittiin ruksilla, joka erottui lyhyeksi leikatulta nurmikolta hyvin. Pystytettyjen puolijoukkueteltojen ovi-aukon vasemmalle puolelle maakiilaan nidottiin telttapaikan tunnus (esim. LA01).



Kuvio 21. Ohjekartta PJ-alueen keskisaloon paikan merkityksiin ja teltojen pystyttämiseen (Kuusela 2021).

Tuulisuojapaikat 6 m x 5 m merkattiin samoin kuin maastomajoitusalueet eli kentälle merkittiin GNSS-laitteella noin 50 cm korkeilla puupaaluilla kortteleiden nurkat ja niiden välilinjalta tukipisteet 40–50 m välein. Loput puupaalut merkintöihin väräytyt ryhmät merkitsivät metrimittojen avulla jokaisen ruudun nurkkiin. Liikkumisväylien puoleisiin paaluihin merkittiin tuulisuojapaikan koodilappu (T001–T220) siten, että lappu osoitti koodin mukaiseen ruutuun.

8.4.4 Merkintälaitteiden esittely

GNSS-paikannuslaitteena käytettiin Trimblen R8 GNSS -satelliittipaikanninta maastotallentimen ja VRS-yhteyden muodostaneen matkapuhelimen kanssa. Mittalaite saatiin lainaksi Lapin ammattikorkeakoulun Maanmittaustekniikan laboratorion, koska työ oli oppilaitoksen opinnäytetyön tekemiseen liittyviä mittauksia. Trimble R8:n ominaisuuksia ja reaaliaikaisen kinemattisen verkko-RTK -mittauksen tarkkuusominaisuudet on esitetty Taulukossa 6.

Taulukko 6. Trimble R8 GNSS-paikantimen mittaustarkkuusominaisuudet verkko-RTK -mittauksessa ja laitteen muita ominaisuustietoja (Trimble 2015).

Trimble R8 GNSS-paikantimen mittaustarkkuusominaisuudet.	
Taso	8 mm + 0,5 ppm RMS
Korkeus	15 mm + 0,5 ppm RMS
Alustusnopeus	tyypillisesti < 8 s
Alustuksen luotettavuus	tyypillisesti > 99,9%
samanaikaisesti seurattavat satelliittisignaalit:	<ul style="list-style-type: none"> – GPS: L1C/A, L1C, L2C, L2E, L5 – GLONASS: L1C/A, L1P, L2C/A, L2P, L3 – SBAS: L1C/A, L5 – Galileo: E1, E5A, E5B – BeiDou (COMPASS): B1, B2

GNSS-paikannuslaitteen kanssa käytettiin Trimble Access -maastotallenninta, jonka mittausperustana käytettiin seuraavia tietoja:

- koordinaattijärjestelmä: ETRS-TM35FIN
- geoidimalli: FIN2005N00
- käytetty mittausmuoto: VRS (TSC3) GPRS > Pisteiden merkintä.

Mittanauhana käytettiin urheilukenttämittauksiin tarkoitettuja tai rautakaupasta ostettuja, rakentamiseen tarkoitettuja kelamittoja, joissa oli kantokahva, lasikuitua

oleva mittanauha, kantapiikki ja taittuva kelainkahva. Mittanauhoihin oli kiinnitetty nauhalenkki mittanauhan alkuun, jotta mitan nauhapäätyä on helpompi pitää kädessä ja sen pystyi tarvittaessa kiinnittämään puupaaluun linjan vetoa varten.

8.4.5 Mittaustarkkuusarvot

Käytetyn GNSS-paikannuslaitteen merkinnöissä käytettiin mittaustarkkuutta, joksi pistekeskivirheen osalta oli määritelty GNSS-mittauksissa 0,1 m maastossa ja 0,05 m nurmikentällä. Mittanauhalla tehtävissä mittauksissa pistekeskivirheeksi asetettiin 0,3 m. Arvot vertautuvat Maanmittauslaitoksen ohjeitukseen rajamerkkien mittausvaatimuksista (Maanmittauslaitos 2003, 2011) ja ohjeisiin kaavoitusmittauksista (JUHTA 2014) mittaussuokkavaatimusten ja rajapisteiden pistekeskivirheen (RSK-luku) osalta.

Sijaintitarkkuuden määrittelyyn vaikuttaneita asioita ovat mittauslaitteen tarkkuusominaisuudet, mittaajan ja merkintämittausten tekijöiden ammattitaito, merkauspaalun ominaisuudet (leveys, korkeus) sekä maaston ominaisuudet ja esteet, esimerkiksi kivet, kannot ja puut, jotka voivat aiheuttaa rajamerkin siirron mittaustarkkuuden verran.

Eniten merkintämittauksissa sijaintitarkkuuteen vaikuttanut asia oli sijaintitarkkuuden merkitys työn tulokseen ja käyttötarkoitukseen. Maastossa 10 m x 10 m telttaruudun käyttötarkoitus on väliaikainen ja kertoo paikan vuokranneelle sen alueen, jolla majoittuminen on sallittua. Pieniä poikkeamia majoitusalueen käytöstä (ruutuun majoittuminen) sallittiin naapurisovun edellyttämässä rajoissa, mikäli se teltan tavallista suuremman koon, maaston epätasaisuuksien tai muiden esteiden perusteella oli tarpeellista. Tarvittaessa majoittuja sai siirtyä myös teltapaikan läheisyyteen tyhjään maastonkohtaan (esim. polun vierusta, tasaisempi metsäalue).

Kilpailukeskuksessa puolijoukkueteltojen alueella raviradan sisäosissa teltojen rivistö näkyi yleisölle ja TV-lähetyksissä, joten niiden osalta mittaustarkkuusvaatimukset olivat suurempia kuin metsässä. Tätä edellytti myös Puolustusvoimat, joka halusi puolijoukkueteltojen "rivit suoriksi" ja alueen symmetriseksi, joten keskisaloon paikan piti olla mittatarkka.

8.4.6 Merkintämittauksien suorittaminen

Työ aloitettiin valitsemalla 3D-Win-ohjelmassa pisteaineistosta valintatyökalun tai pistehaun (kooditunnus) avulla maastoon merkittävät pisteet. Valituille pisteille (omalle tasolle kopioidut telttapaikkojen nurkkapistet) tehtiin ominaisuustoiminnon avulla yksilöinti numeroimalla ne juoksevilla numeroinnilla. Pisteiden ominaisuusmuunnos täytyy tehdä, jotta Trimblen maastotallentimen kartoitusohjelma pystyy lukemaan ja lataamaan luotuun työhön pisteaineiston yksittäisinä pisteinä. Muokattu pisteaineisto tallennettiin .dxf-muotoon ja vietiin maastotallentimeen luotuun työhön. Työ-tiedoston sisältämän pistemäärän osalta huomioitiin, että pistemäärä oli yhdessä työssä kohtuullinen sekä koordinaatti- ja korkeusasetukset käytetylle aineistolle soveltuvat.

GNSS-laitteen alustus tehtiin maastossa aina avoimella alueella. Laitteen avulla tehtiin tarvittavat merkinnät, kun laite oli alustettu oikein ja FIX eli mittaustarkkuus oli riittävä (RTK-FIX vertical / horizontal -arvot $< 0,05$ m, kuvio 22). Trimblen R8 maastotallentimella käytettiin Merkitse piste -toimintoa. Paikannuslaite toimi pääsääntöisesti hyvin alueella, jossa puusto tai maaston muodot eivät haitanneet laitteen satelliittigeometriaa. Ajoittain kuusimetsässä, jyrkempien rinteiden lähitöllä tai hyvin sateisella ja pilvisellä säällä alustus menetettiin, paikannuslaite meni FLOAT-tilaan tai FIX (DOP-arvo) oli huono mittaamiseen.



Kuvio 22. GNSS-mittausten FIX- ja FLOAT-tilat vaihtelivat mittausspaikan mukaan. Avoimella mäntykankaalla ei ollut ongelmia, mutta peitteisessä maastossa Trimblen R8 meni välillä FLOAT-tilaan (Kuusela 2022).

GNSS-satelliittipaikantimella oli merkattavana yhteensä noin 750 pistettä, joiden kohdalle moskalla iskettiin puupaalu. Pisteistä noin 450 oli maastossa telttamajoitusalueilla. PJ- ja TS-alueilla merkittäviä pisteitä oli noin 250. Lisäksi merkittiin tai mitattiin kilpailukeskuksessa noin 50 pistettä, jotka olivat majoitusalueita ja kilpailukeskustoimintoja rajaavia apu- tai linjapisteitä.

GNSS-laitteella merkinnät tehtiin yhden työntekijän, opinnäytetyön tekijän, suorittamana noin kuukauden aikana. Koska muita työntekijöitä ei mittauksissa ollut auttamassa ja kantamassa esimerkiksi paaluja, tehtiin kauppojen kestokassista kantokassi, johon mahtui noin 30–40 puupaalua kerralla. Moska ja merkkkausmaali kulkivat repun sivutaskuissa, josta ne nopeasti sai otettua esille, kun niitä tarvitsi. Reppuun mahtui myös GNSS-laitteen vara-akut ja VRS-matkapuhelin sekä juomapullo, merkkkausnauhaa, EA-pakkaus ja oma puhelin. Näillä apuvälineillä mittaukset oli mahdollista tehdä myös yksin.

Metrimitan avulla merkattiin maastossa olleille majoitusalueille yhteensä noin 1150 puupaalua telttaruutujen nurkkiin, joista värvätyt ryhmät merkitsivät noin 750 paalua. TS-alueelle merkattiin metrimitoin noin 280 paalua ja Pappilan PJ-alueelle noin 100 paalua. Kilpailukeskuksen alueella metrimittojen avulla merkittiin lisäksi ne PJ-teltojen keskisaloon paikat, joita ei merkitty GNSS-paikantimella. Merkkkausmaalilla merkittiin maahan noin 200 X-merkkiä. Takymetriä ei käytetty alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen aikakiireen takia (liitospisteitä ei ole etukäteen määritetty alueelle) ja huonon, sateisen sään takia, mikä olisi haitannut mittaamista takymetrillä ja prismalla.

Työntekijä merkitsi itse mittanauhalla ne alueet, joiden merkkaukseen ei saatu värvättyä ryhmiä, tai ne alueet, jotka olivat hankalia hahmottaa, esimerkiksi monikulmainen, sokkeloinen alue kuten Rajamäki. Yksin tehdyissä merkintätehtävissä auttoi mittanauhan päässä ollut lenkki, jonka pystyi kiinnittämään tiukasti maahan hakatun puupaalun ympärille ja edellä mainitut keinot paalujen kantamisessa.

Merkittyjen puupaalujen lopullinen määrä oli noin 2300, joista opinnäytetyön tekijä merkitsi noin puolet. Merkkkausmaalilla merkittiin nurmikentälle lisäksi noin 300 pistettä, joista opinnäytetyön tekijä merkitsi noin 50.

8.4.7 Merkintämittausten työntekijät

Merkintämittausten mittaustyönjohtajana ja mittaustöiden tekijänä toimi tämän opinnäytetyön tekijä, Teppo Kuusela. Hän vastasi kesästä 2020 eteenpäin itsenäisesti hankkeen suunnittelusta, etenemisestä tavoiteaikataulujen mukaisesti, hankkeen vaatimustenmukaisuudesta, hankkeessa tarvittavien materiaalien hankkimisesta ja merkintämittausten suorittamisesta joko omatoimisesti tai muiden tekijöiden eli merkintään värvättyjen ryhmien avustamana.

Merkintämittauksiin liittyviä valmistelutöitä tehtiin Kenttävaliokunnan johtajan ja työmaapäällikön kanssa yhteistyössä. Heidän avullaan hoidettiin merkintämittauksiin liittyviä välillisiä työtehtäviä, esimerkiksi alueiden käsittelyyn vaadittavien työkalujen varaaminen ja ohjeistus sekä puuttuvien merkintämateriaalien (esim. puupaalut) valmistaminen tai hankkiminen. Jatkuvaa yhteistyötä tehtiin myös Napapiiri-Jukola 2021 -tapahtuman pääsihteerin sekä kilpailun johtajan kanssa. Isona apuna toimivat myös tekijän omat lapset, jotka hoitivat monia merkintöjä edistäneitä asioita esim. paalujen ja koodilappujen lajittelua sekä olivat merkinnöissä muuten mukana.

Kesäkuun lopussa 2021 selvisi, että Rovaniemen kaupungin mittauspalvelu ei pysty alkuperäisestä suunnitelmasta ja sopimuksista (mm. Leinonen 2020 Koirikiven 2020 mukaan, 41) poiketen osallistumaan työpanoksellaan majoitusalueiden merkintöihin. Tämän seurauksena tämän työn tekijä joutui perustamaan pikavauhdilla OP Kevytyrittäjä Y-tunnuksellisen toiminimen Teppo Kuusela mittauspalvelut, jonka nimiin tehtiin hanke- ja urakkasopimus Napapiiri-Jukola 2021 -organisaation kanssa. Tehdyt työt laskutettiin talkoohengessä järjestäjältä. Työpalkkion ansiosta työntekijä pystyi olemaan palkattomalla vapaalla palkkatyöstään ennen tapahtumaa, jotta vaadittavat merkintätyöt ja opaskartat saatiin tehtyä aikataulussa.

Syksylle siirtyneen ajankohdan vuoksi talkoolaisista oli paljon vajuusta, joten Napapiiri-Jukola 2021 -tapahtumaorganisaation kautta kenttävaliokuntaan ilmoittautuneita talkoolaisia ei riittänyt majoitusalueiden merkintöihin. Erityisesti mittauksiin ja merkintätöihin vuosina 2019–2020 ilmoittautuneita talkoolaisia ei tullut mu-

kaan lainkaan. Tämän takia jouduttiin rekrytoimaan Napapiiri-Jukola 2021 -organisaation maksamalla kertakorvausmenettelyllä talkoolistojen ulkopuolista väkeä merkintöihin, koska ilman lisäapuja ei olisi kyetty suoriutumaan vaadittavista merkinnöistä määräaikaan mennessä. Myöskään ilman järjestäjän maksamaa korvausta ei olisi onnistuttu houkuttelemaan talkoolaisia riittävästi merkintöihin. Merkintätöitä tehneet ryhmät on lueteltu aiemmin hanketiedoissa kappaleessa 8.2.

8.4.8 Ajankäyttö ja työkustannukset merkintämittauksissa

Yhteensä työtunteja majoitusalueiden merkintätöihin, ohjeistuksiin ja opaskarttojen laatimiseen kertyi hankkeessa toimineelle mittaushenkilölle noin 250 tuntia 12.7.–22.8.2021. Opinnäytetyön laatimiseen kului tämän lisäksi vielä kymmeniä tunteja. Vuodesta 2019 lähtien merkintätöitä edeltäneisiin valmisteluihin sekä paikkatietoaineiston ja aluekarttojen käsittely- ja muokkaustehtäviin tapahtumaan liittyen on kulunut ainakin noin 300 tuntia henkilöä kohden, vaikka työt jaettiin tasaisesti kahden henkilön, Anssi Koirikiven ja Teppo Kuuselan, kesken. Kokopäivätyönä hankkeen vieminen alusta loppuun veisi yhdeltä maanmittausalan työntekijältä vähintään noin 650 tunnin eli puolen vuoden työt (Koirikivi & Kuusela 2020).

Majoitusalueiden suunnitteluun ja merkintään kuluneiden henkilötyötuntien määrä oli suunnilleen samankaltainen kuin aiemmissa Jukoloissa henkilötyötunteiksi muunnettuna. Esimerkiksi Kuopio-Jukola 2014 -tapahtuman merkintätyöt veivät aikaa yhteensä 226 henkilötyötuntia, kun käytössä oli kaksi GNSS-laitetta (Trimble R10) kahdella mittaajalla ja 2–3 apumiehellä. Yhteensä Kuopiossa lyötiin maahan 3900 paalua. Mittaustyönjohtajan työtunnit Kuopio-Jukolassa olivat noin 680 tuntia (aloituksesta lopetukseen), joista mittaamista oli 130 tuntia. Tämän lisäksi suunnittelutyöhön kului määrittelemätön aika, jonka teki ulkopuolinen toimija. (Kuopio-Jukola 2014.)

Majoitusalueiden GNSS-merkintä aloitettiin 12.7.2021. Merkintään värvätyt ryhmät toimivat 11.8.–18.8.2021 välisenä aikana. Kokonaisuudessaan majoitusalueet olivat valmiit perjantaina 20.8.2021 klo 18 mennessä. Alkuperäisestä suunnitelmasta myöhästettiin noin 6 tuntia, mikä selittyy työntekijä- ja talkootyövajauk-

sella, mittaajalle tulleilla rasitusvammoilla (tenniskyynärpää lyhyessä ajassa tapahtuneen liiallisen rasituksen vuoksi) ja loukkaantumisella noin 1,5 viikkoa ennen tapahtumaa (tyräleikkaukseen joutuminen talkootapaturman johdosta heti tapahtuman jälkeen). Ennen tapahtumaa ollut huono ja sateinen sää hidasti myös jonkin verran työskentelyä ja aiheutti lisätöitä esimerkiksi Pappilan majoitusalueella.

Onneksi työvoimaa löytyi koululuokista vanhempineen, opiskelijoista ja harrasteyhdistyksistä. He suoriutuivat työstä nopeasti ja riittävän tarkasti. Merkintään värvättyjen ryhmien yhteensä tekemä henkilötyötuntimäärä oli noin 200 tuntia. Esimerkiksi PJ-alueen merkannut Steinerkoulun 5. luokan koululaisryhmä vanhempineen, noin 15 henkilöä, suoriutui tehtävästään noin kolmessa tunnissa. Männistön alueen merkkasi Korkalovaaran peruskoulun 9A luokka, 24 oppilasta, noin 3–4 tunnissa. Merkitsijät kuuluivat myös talkoorekisteriin, jolloin talkoovaikutus oli heillä voimassa. Tämä oli myös edellytys, että koululaisryhmiä voitiin ottaa mukaan merkintätöihin.

8.4.9 Merkintämittausten työkustannukset

Merkintöjen toteuttamisesta tuli lisäkuluja tapahtumajärjestäjälle noin 100–400 euroa värvättyä ryhmää kohden, mutta asian voi nähdä myös säästönä, koska Rovaniemen kaupunki ei pystynyt toteuttamaan majoitusalueen merkintämittauksia, joista olisi laskuttanut todennäköisesti enemmän. Ryhmien saamaan merkintäkorvaukseen sisällytettiin myös merkittyjen puukeppien hakeminen pois maastosta, joten tapahtuman jälkeen maasto oli siistitty nopeasti merkkkausryhmien toimesta eikä tähän tarvinnut sijoittaa erikseen talkoolaisia.

Myös tapahtumajärjestäjän kanssa sovitun urakkasopimuksen mukaisesti merkintämittausten ja opaskarttojen toteuttamisesta tuli Napapiiri-Jukola organisaatiolle kuluja, jotka vastasivat noin kahden viikon työtä maanmittausalalla. Todellisuudessa työhön kului paljon enemmän aikaa, mutta koska työn tekijä oli järjestävän seuran aktiivijäsen, osa töistä tehtiin talkootöinä.

Merkintäkorvaus oli pieni verrattuna esimerkiksi kaupunkien suorittaman mittaus-työn tuntipalkkioihin sitovan tonttijaon tai rakennusluvan mukaisissa mittauksissa

(40–60 € / tunti), Maanmittauslaitoksen mittamiehen tuntiveloituksesta toimitusmittauksissa (34 € / tunti) tai yritysten käyttämään tuntiveloitustaksaan mittaus- ja merkintätöistä (50–80 € / tunti / mittaushenkilö). Majoitusalueiden vuokraamistuloja oli noin 120 000–150 000 €, johon nähden kuluja majoitusalueiden perustamisesta kertyi vähän.

8.5 Merkintämittausten virheanalyysi

Tässä työssä maastomerkintöjen osalta merkityksellistä oli vain maantieteellinen horisontaalinen pistesijainti, koska majoitusaluetta tarkasteltiin yksiulotteisena kenttänä. Korkeusarvoja ei sijaintitarkkuuden ja käyttötarkoituksen osalta tarvinnut huomioida muutoin kuin GNSS-laitteen normaalin käytön kannalta. Täten GNSS-laitteen sijaintivirheen osalta arvioidaan vain 2D-sijaintia.

Aineistoa luotaessa 3D-Win-sovellusohjelmassa yksittäisten pisteiden väärä sijaintiarvo oli mahdollinen, koska luotavia pisteitä oli niin monta. Alueet olivat symmetrisiä, joten yksi yksittäinen piste ja sitä seuraava virheellinen sijaintirivi näkyi helposti aineistosta. Nämä satunnaisvirheet korjattiin usein jo aineistoa luotaessa.

Aineiston pistevalinnassa valinnan ulkopuolelle sattumalta jäänyt piste saattoi puuttua GNSS-paikantimen maastotallentimeen siirretystä pistejoukosta. Puuttuvan pisteen pystyi sijoittamaan kohdalleen GNSS-laitteen risteävät linjat -merkinnällä tai linjamerkinnällä, jolloin kahden samalla linjalla olleen pisteen perusteella pystyi laskemaan puuttuvan pisteen sijainnin. Maastomerkinnöissä mukana olleen kartan avulla huomasi myös nopeasti, mikäli jokin piste puuttui merkintäjoukosta.

Systemaattisia virheitä oli tullut, jos merkittävän rivin päätepisteet olivat merkinnän jälkeen olleet hieman väärässä paikassa. Tällöin kaikki välipisteet menivät myös väärään paikkaan. Tämän huomasi usein omin silmin ja asia korjaantui uusintamittauksilla.

GNSS-paikannuslaitteen mittaustarkkuuteen vaikuttaa monet ulkoiset virhelähteet. Paikanninlaite ei toimi tai mittaa tarkasti, mikäli laite ei ole alustettu tai FIX

on huono. Laite ilmoittaa tämän myös ilmoituksilla, jolloin huonolla sijaintitarkkuudella ei voi mitata pisteitä. GNSS-laitteen sijaintivirheen yleisimmät syyt ovat usein mittajasta riippuvia epätarkkuuksia mittalaitteen käytössä. Tyypillinen virhelähde on, että mitattaessa GNSS-laitteen mittasauva ei ole suorassa. Tällöin voi syntyä jopa kymmenen sentin mittausvirhe, mikäli antennikorkeus on suuri (> 2,5 m) ja mittasauva vinossa. Suoruutta on kontrolloitava mittasauvan vesivaa'asta eli kuplasta, joka kertoo sauvan vertikaalisen suoruuden. Nämä virhelähteet eliminoitiin huolellisella ja hyvällä mittaustekniikalla.

Mittanauha on hyvin luotettava mittalaitte, kun mitataan alle 50 metrin matkoja. Mittanauhaa käytettäessä suurin virhelähteen mahdollisuus on mittalinjan mutkat tai vinous, jonka voi välttää mittanauhan kiristämällä. Se toteutetaan kiristämällä mittanauha noin katsojan silmän korkeudelle, jolloin maaoksien ja pinnanmuotojen vääristymät vähenevät. Mittalinjan suoruutta on merkintätehtävässä kontrolloitava koko ajan, koska maastossa on luontaisia esteitä, esimerkiksi puita tai kiviä. Hyvä sääntö on, että kiertää puun siltä puolelta, joka näyttää olevan lähempänä merkittävää linjaa. Tällöin mittausvirhe linjan keskikohdasta pienee. Mittaustarkkuusvaatimus mittanauhalle $\pm 0,3$ m on kuitenkin sen verran suuri, että siihen tarkkuuteen pääsee myös silmämääräisesti seuraamalla ympärillä olevien paalujen sijaintia ja arvioimalla onko merkittävä paalu linjalla vai ei.

8.6 Telttamajoitusalueiden viimeistely käyttökuntoon

Yhdyskuntatekniikka rakennettiin majoitusalueille tapahtumaviikon alussa. Sitä ennen huolto-, turvallisuus- ja ympäristövaliokunnat olivat toimittaneet viimeisimmät sijaintisuunnitelmansa majoitusalueen eri toiminnoille esimerkiksi vesipisteille, turvallisuusvälineistölle, alkusammutuspisteille, bajamajoille ja jätehuololle. Näiden toimintojen sijoittuminen ja aluetarve suunniteltiin lopullisesti niin, että se hyödyntää alueen tieverkostoa, se palvelee majoittujia mahdollisimman hyvin ja täyttää turvallisuus- tai huoltotoimintojen tarpeet ja vaatimukset tapahtuman aikana. Esimerkiksi bajamajojen tyhjennys oli kyettävä tekemään säiliöautolla metsämajoitusalueen pääkulkuväylää eli Härkätieta pitkin.

Viimeisimpiä paikkasiirtoja yksittäisille majoituspaikoille tehtiin vielä paalutuksen jälkeen, kun havaittiin, että majoitusalueella oli esimerkiksi maa-ampiaispesä

(Kuusiston L-alue ja Toukolan A-alue), ruutu ei ollut soveltuva majoituskäyttöön kivisyyden, epätasaisuuden tai puuston takia (Rajamäen D-alue ja yksittäiset ruudut Kuusiston, Männistön sekä Pappilan alueella). Mahdollisuuksien mukaan varaus siirrettiin lähimpään vapaana olleeseen ruutuun, varaajille ilmoitettiin siirrosta ja telttapaikalle laitettiin ilmoituksia siirrosta.

Kulkuväylien raivauksia tehtiin myös vielä ennen tapahtumaa esimerkiksi Naurispolun alueella. Kulkuväylille tehtiin ja sijoitettiin yhteensä 75 kappaletta tiennimi- viittoja eri teiden ja polkujen risteys- ja alkupisteisiin. Tieopasteet ovat tarpeellisia osallistujille, koska alueella risteilee paljon tapahtumaan erikseen nimettyjä polkuja ja väyliä, mutta myös pelastustoimiin varautumisen kannalta, koska ensihoitohenkilökunnan on löydettävä nopeasti perille opasteiden ja karttojen avulla.

Lapin Jääkäriprikaatin varusmiehet ryhmänjohtajiensa johdolla pystyttivät puolijoukkueteltat kilpailukeskuksen Lukkarilan ja Pappilan alueille maahan merkityn keskisalonsäälän paikan ympärille siten, että teltan oviaukot olivat katsomoon päin kuvion 23 mukaisesti.



Kuvio 23. Mäntyvaaran raviradan alueelle pystytetty PJ-alue, Lukkarila, jonka päässä on TS-alue (kuva Jussi Pohjavirta 2021).

Iso ja viimeinen urakka oli telttapaikkojen koodien, joita oli noin 1500 kpl, merkitseminen paaluihin. Telttapaikkakoodit kopioitiin ensin docs-tiedostoon paikkatieto-ohjelman attribuuttitaulukosta ja asemoitiin siten, että koodeja mahtui A4-sivulle 8 kappaletta. Koodit tulostettiin säänkestävälle Polyart Laser -paperille ja leikattiin 14 cm x 5 cm kokoiseksi Rovaniemellä POPA-kirjapainossa. Koodilappujen merkitseminen maastoalueille tehtiin tekijän toimesta juuri ennen tapahtumaa 19.–20.8.2021. Koodit kiinnitettiin nitojalla puupaaluun. Merkintä toimi samalla telttä-alueiden sijaintikontrollina. Kenttäalueella työ tehtiin ohjeistuksen avulla.

Kuvioissa 24 ja 25 on esitelty valmiita maastomajoitusalueita tapahtuma-aikana. Kuvissa näkyy maastomajoittumista, majoitusalueiden oheistoimintoja, joita ovat vesipisteet ja niitä varten rakennetut jakelutelineet, jätesäiliöt, pisuaarit, bajamat ja tienviitat. Lisäksi maastossa oli vesisäiliöitä ja vaahtosammuttimia ensisammutusvälineeksi. Myös infokarttoja maastomajoitusalueista, majoitusalueiden kortteleista ja kilpailukeskuksesta sekä PJ- ja TS-alueista sijoitettiin majoitusalueille pääkulkuväylien varrelle sekä bussien jättöpaikkojen alueille.



Kuvio 24. Opaskartat kiinnitettynä majoitusalueen vesipisteeseen Kuusiston majoitusalueen keskellä (kuva Teppo Kuusela 2022).



Kuvio 25. Kuvakooste Napapiiri-Jukola 2021 -tapahtuman majoitus ja TS-alueilta (kuvat ylhäällä Teppo Kuusela 2021, keskellä Jussi Pohjavirta 2021 ja alhaalla Jussi Leinonen 2021).

9 NAPAPIIRI-JUKOLA 2021 OPASKARTTOJEN LAATIMINEN

9.1 Opaskartoille asetetut vaatimukset

Napapiiri-Jukolan 2021 majoitusalueiden perustamisen toimeksiantoon kuului myös opaskarttojen laatiminen majoitusalueilta. Malliesimerkkeinä käytettiin aiempien Jukolan viesti -tapahtumien opaskarttoja, joiden kaltaisia karttoja toimeksiantaja toivoi tapahtumaan. Erityisesti Kangasala-Jukola 2019 ja Lahti-Hollola Jukola 2018 -tapahtumissa käytetyt opaskartat olivat laadukkaita, selkeitä ja visuaalisesti miellyttäviä tarkoitukseensa nähden. Myös QGIS-ohjelmistolla sekä muilla paikkatieto-ohjelmilla tehtyjä teemakarttoja sekä kaupunkien ja eri massa-tapahtumien opas- ja infokarttoja tutkittiin inspiraation lähteinä.

Opaskarttojen laatimiselle asetetut vaatimukset olivat selkeys, havainnollisuus, täsmällisyys ja informatiivisuus. Majoitusalueiden opaskarttojen tärkein tehtävä on näyttää tapahtumaan tulevalle oman majoituspaikan, kilpailu- ja oheistoimintojen sijainti, käytettävissä olevat kulkuväylät sekä mahdollistaa opaskartasta etsityn telttapaikan löytäminen paikkakoodin avulla. Turvallisuus- ja pelastus-, huolto-, jäte- ja wc-toimintojen sijainnin esitleminen oli myös yksi perusvaatimus opaskartoille. Opaskarttojen tuli antaa myös tiiviit ohjeet majoitusalueiden käytöstä ja rajoituksista kaksikielisenä suomeksi ja englanniksi.

9.2 Toteutetut opaskartat

Laadittuja opaskarttoja oli yhteensä yhdeksän. Yleisopasteeksi oli tarkoitettu isokokoiset ja yleistetyt infokartat, joita oli kaksi erilaista; koko tapahtuma-alueelta (kuvio 18) ja kilpailukeskuksen alueelta. Yksityiskohtaisemmat opastekartat laadittiin jokaiselta maastomajoitusalueelta. Karttoja oli seitsemän: 1) Viertola-Rajamäki-Männistö MA–MC, 2) Männistö MC–MJ, 3) Sonnimäki, 4) Kuusisto, 5) Toukola TA–TC) sekä kilpailukeskuksen alueelta 6) Lukkarila ja TS-alue sekä 7) Pappila. Opaskartat on esitelty liitteinä 5–13.

Maastomajoitusalueiden opaskartat tulostettiin A3 tai A2 (yhteen liimatut A3-tulosteet) koossa Ounasvaaran hiihtoseuran väritulostimella, jolla tulostettiin myös tienviitat. Tulosteet laminoitiin ja nidottiin viittakepeihin tai vesipisteisiin (kuvio

24). Isot A0-kokoiset opastekartat kilpailukeskuksen ja maastomajoitusalueiden alueilta (infokartat, liitteet 2 ja 11) tulostettiin säänkestävälle muovikankaalle Mainostaso Oy:ssä ja ne sijoitettiin optimaalisiin paikkoihin liikenteellisiin avainkohtiin kuvion 24 ja 25 kaltaisesti.

9.3 Käytetyt menetelmät

Opaskarttojen tausta-aineisto laadittiin vuosina 2019–2020 kartoittamalla alue GNSS-laitteiden avulla ja laatimalla sen perusteella alueelle kaavoitus, jossa turvallisuusmääräysten sekä käytettävissä olevan maaston ja liikenneväylien mukaisesti majoitusalueille sijoitettiin yksittäiset telttaruudut omiin kortteleihinsa. Tahtuman taustatöihin ja paikkatietoaineiston laatimiseen kuuluneita vaiheita on Koirikivi (2020) esitellyt opinnäyteyössään.

Paikkatietoaineisto laatimisessa käytettiin 3D-Win -sovellusohjelmaa ja QGIS-ohjelmistoa. Tekninen aineiston käsittely toteutettiin 3D-Win-ohjelmalla etupäässä pisteaineiston hallinnan ja muokkaamisen työkaluilla. Käytetyin pistemuokkauksen työkalu oli suorakulmainen laskenta ja viivan editointitoiminnot. Ohjelman taustakartaksi tuotiin Maanmittauslaitoksen avoimesta tietokannasta ladattu ilmakekuva, joka georeferoitiin käytettyyn koordinaatistoon. Tarkistuspisteiden avulla kohdennettu ilmakekuva toimi pisteaineiston sijoittelun apuna, jolloin esimerkiksi metsäalueille voitiin sijoittaa majoitusalueuudut suunnitelluille alueille.

Erityyppiset aineistot luotiin ja käsiteltiin 3D-Win-ohjelmalla eri tasoilla, jotta aineiston siirto ja muokkaus on mahdollisimman sujuvaa. Tasoja olivat esimerkiksi majoitusalueet, kilpailukeskustoiminnot, PJ-alueet, TS-alueet, tiet, polut, ilmakekuva ja niin edelleen. Näin aineistoja pystyttiin myös käsittelemään eri sovellusohjelmistojen tai paikannuslaitteiden edellyttämällä tavalla.

3D-Win -aineistosta valittiin halutut pisteet, viivaelementit ja majoitusalueuudut (polygonaineisto) sekä ilmakekuva, jotka vietiin QGIS-ohjelmistoon. QGIS-ohjelmistossa käsiteltiin aineisto omina tasoinaan ja nimeämättömille kohteille luotiin muuttujat (nimiöt, yksittäiset koodit). Samalla tarkistettiin aineisto yhtenäiseksi ja korjattiin sekä muokattiin vaaditun kaltaiseksi esimerkiksi Sitowise Oy:n tai Tietotalo Oy:n vaatimusten mukaan jatkohyödyntämistä varten. QGIS-ohjelmistossa

myös luotiin uudet tasot tarvittaville toiminnoille (esim. huolto- ja turvallisuustoiminnoille), jotka sijoitettiin aineistoon haluttuihin kohtiin joko piste- tai viivakohteina. Eri kohteille valittiin Layer properties -toiminnoilla halutut symbolit, ulkoasut ja nimiöt. Attribuuttitaulukon tietoja muokkaamalla nimettiin kohteet halutuilla nimiöillä. Opaskarttojen taustalle jätettiin alueen ilmakuva kuvaamaan maastoa.

9.4 Ajankäyttö opaskarttojen laatimisessa

Paikkatietoaineiston taustatyötä tehtiin jatkuvasti esimerkiksi suunnitelmien muuttuessa tai jos joku toimija, yhteistyötaho tai valiokunta tarvitsi tietynlaisen kartan vaadituilla korostuksilla omaan käyttötarkoitukseensa. Yleistason opaskarttoja laadittiin 3D-Win-ohjelman aineistoista esimerkiksi pistesijoittelun tueksi, rakentajille ja oheistoimintojen tuottajille ja rakentajille koko projekti ajan, mutta erityisesti kesällä 2021 ennen tapahtumaa. QGIS-ohjelmistolla laadittiin erilaisia karttaversiota eri vaiheissa projektia, joista opaskartoiksi jalostui lopulta elokuun aikana liitteissä 2 ja 7–13 esitetyn kaltaiset opaskartat.

Tämän opinnäytetyön hankkeen kokonaistyöajasta paikkatietoaineiston- ja karttojen laatiminen ja muokkaminen vei noin 20–25 prosenttia. Ajallisesti lopulliseen opaskarttojen ulkoasun toteuttamiseen meni aikaa vain muutamia tunteja karttaa kohden, mutta valmistelu- ja muine töineen (esim. paikkatietoaineiston laatiminen ja käsittely) aikaa meni karttaa kohden paljon enemmän. Kun yksi karttapohja selitteineen ja teksteineen oli saatu valmiiksi, niin loppujen karttojen laatiminen oli lopulta nopeaa, koska saman ulkoasun pystyi kopioimaan uudeksi Layout-projektiksi, jonka taustalla olevaa karttaa pystyi vierittämään haluttuun kohtaan. Ohjelma tallensi kartan yhtenä kuvana, pdf-tiedostona tai muuna haluttuna formaatina, joten kartat oli helppo jakaa sähköisesti tai tulostaa.

QGIS-ohjelmisto ei ollut kuitenkaan täysin vakaa, joten ohjelman kaatuminen, toimintoihin liittyvät bugit tai epäselvyydet toiminnoissa aiheuttivat aineiston uudelleenmuokkaustarpeita tai käsittelyä. Ohjelmiston tai toiminnon logiikka ei aina ollut selvä, tai samalla tavalla toimiessa lopputulos saattoi syystä tai toisesta näyttää eriltä. Erityisesti nimiöiden (*legends*) asemointi oli välillä hyvin sattumanvaraista. Välillä asemointi ja sijoittelu oli tehtävä käsin, mikä vei huomattavasti ai-

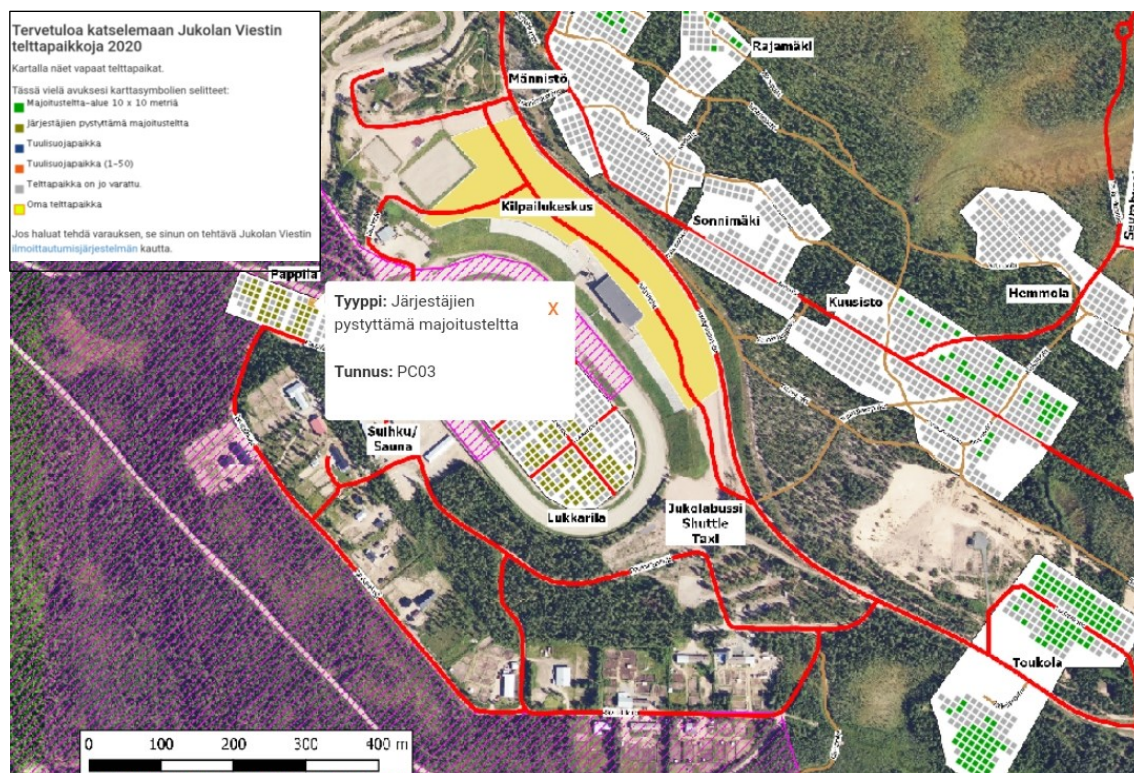
kaa. Ongelmana oli esimerkiksi se, että nimiöaineistoa koskevat määräykset, esimerkiksi nimiön suunta ja koko, eivät välttämättä toimineet koko aineistolle, joten isojen alueiden nimiöitä piti sijoittaa yksitellen. Lopputuloksen sai kuitenkin halutun kaltaiseksi, mikä oli tärkeintä.

9.5 Opaskarttojen hyödyntäminen tapahtuman yhteydessä

Yleiset infokartat ja opaskartat olivat tarpeellisia sekä sähköisessä että paperisessa muodossa ennen tapahtumaa ja sen aikana. Maastossa opaskartat oli sijoitettu siten, että ne tavoittaisivat tapahtumaan tulijat jo bussien purkupaikoilla sekä pääkulkuväylillä keskeisissä risteyspaikoissa. Yksittäisten majoitusalueiden opasteita oli riittävän tiheästi noin 3–5 opaskarttaa aluetta kohden. Opaskartat oli sijoitettu eri puolille aluetta kulkuväylien varrelle, jotta alueille tulevat ja siellä olevat voivat tarkistaa telttapaikan myös paperisista opasteista, jos eivät halua tai osaa käyttää sähköisiä palveluita.

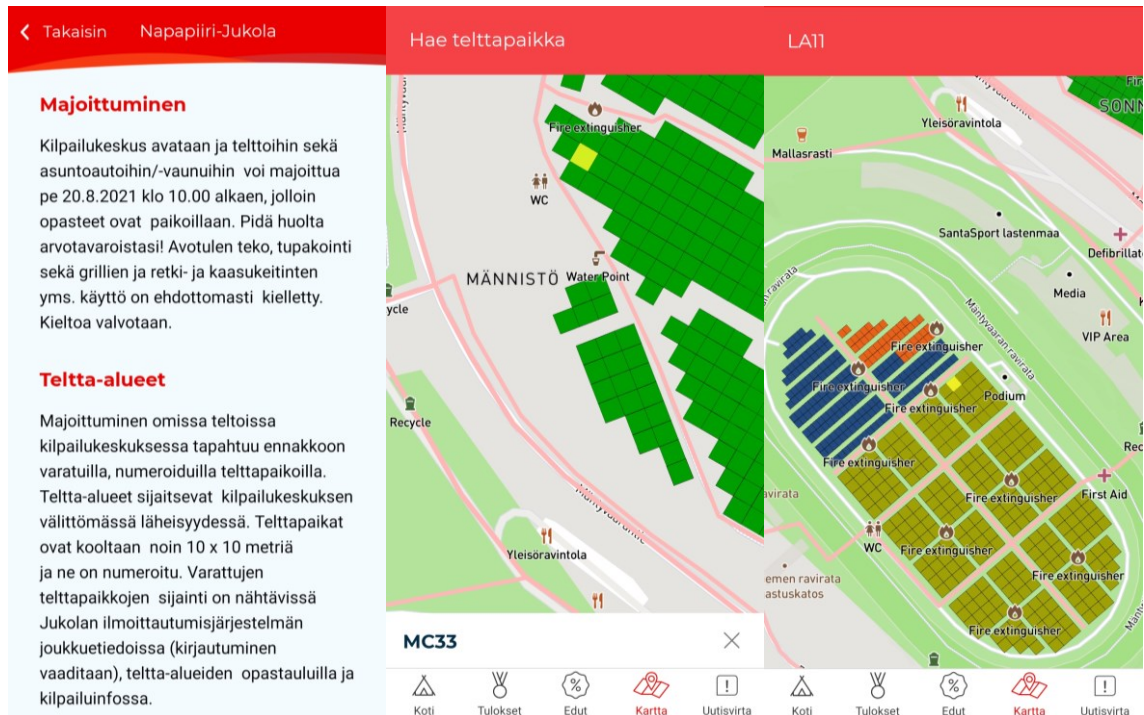
Napapiiri-Jukola 2021 -tapahtuman järjestämisessä mukana olleet valiokunnat, yhteistyötahot sekä infran ja huollon suunnittelijat tarvitsivat ajantasaisia karttoja koko ajan suunnittelun eri vaiheissa. He esimerkiksi piirsivät ja sijoittivat itse karttoille toimintojaan ja aluetarpeitaan, jotka päivitettiin viralliseen paikkatietoaineistoon. Karttoja myös laadittiin eri valiokuntien tarpeisiin esimerkiksi korostamalla haluttuja toimintoja, kohteita tai symboleita heidän tarpeitaan ajatellen. Julkaistujen opaskarttojen lisäksi tehtiin myös joitakin kohdennettuja käyttökarttoja eri toimijoille (esimerkiksi turvallisuuskartta, liite 13).

Laadittua paikkatietoaineistoa hyödynnettiin Sitowise Oy:n toteuttamassa varausjärjestelmässä. Paikkatietoaineisto vietiin järjestelmään Sitowise Oy:n (Lehtimäki 2019) vaatimusten mukaisena taustakarttoineen. Majoitusvarausta tekevät pystyivät valitsemaan tästä sovelluksesta klikkaamalla halutun vapaan telttapaikan ja varaamaan sen kuvion 26 mukaisesti. Sovelluksen avulla aluesuunnittelussa pystyi myös tarkkailemaan mitä paikkoja oli varattu ja varaustilanteen avulla esimerkiksi poistettiin vajaakäytöllä olleet alueet (Hemmola Kuusiston pohjoispuolella) lopullisista majoituspaikkojen merkinnöistä.



Kuvio 26. Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden varausjärjestelmä Sitowise Oy:n (2019) toteuttamana laadittuihin paikkatietoaineistoihin ja taustakarttoihin (Koirikivi & Kuusela 2020) pohjautuen.

Paikkatietoaineistoa ja opaskarttoja hyödynnettiin Tietotalo Oy:n toteuttamassa Jukola 2021 -mobiilisovelluksessa (Tietotalo Infocenter Oy 2021). Sovellus on ladattavissa sovelluskaupoista ilmaiseksi ja se kertoo tapahtuman perusinfon, uutiset, aikataulun, liikenne- ja saavutettavuusinfon sekä kilpailukeskuksen ja majoitusalueiden info- ja opaskartat. Jukola 2021 -sovelluksessa on myös kuvion 27 mukainen hakutoiminto karttatoiminnon yhteydessä, jolla pystyy hakemaan telttapaikkaa koodilla. Ohjelma keskittää ja zoomaa kartan koodin mukaiseen paikkaan, mikä helpottaa paikan löytämistä.



Kuvio 27. Tietotalo Oy:n toteuttama Jukola 2021 -applikaatio ja sen info- ja karttatoimintoja, joilla pystyi hakemaan majoituspaikan koodin tai majoitusaluetta koodin avulla. Haettu kohde näkyy kartalla vaaleanvihreänä neliönä. (Tietotalo Infocenter Oy 2021.)

10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA TYÖN POHDINTA

10.1 Työn tavoitteiden saavuttaminen

Tämän työn tavoitteena oli perustaa Napapiiri-Jukola 2021 -suunnistustapahtumaan majoitusalueet merkitsemällä ne maastoon puupaaluin, merkitsemällä jokaiselle majoitusalueelle yksilöllinen kooditunnus, joka osoittaa maastossa majoitusalueen sijainnin ja toteuttaa alueille opaskartat, jossa edellä mainitut asiat ovat selvästi näkyvissä. Oheistehtävinä oli ylläpitää ja välittää kohteeseen liittyvää paikkatietoaineistoa, täydentää sitä suunnitelmien pohjalta erilaisilla toiminoilla (esim. huolto-, wc- ja pelastustoiminnot) ja välittää paikkatietoa yhteistyötahoille esimerkiksi Tietotalo Oy:lle Jukola 2021 -mobiilisovellukseen.

Työlle asetetut tavoitteet saavutettiin erittäin hyvin. Merkinnot olivat mittatarkkoja, ne oli tehty asetettujen vaatimusten mukaisesti ja lähes aikataulussa. Majoitusalueiden merkitys tapahtuman onnistumisen ja lakisääteisten turvallisuusmääräysten täyttymisen kannalta oli myös tärkeää ja mahdollisti osaltaan tapahtuman onnistumisen.

Aikataulullisesti hieman myöhästettiin muutamalla majoitusalueella telttapaikan valmiusasteen osalta asetetusta tavoitteesta, jonka mukaan majoitusalueiden oli oltava valmiit perjantaina 20.8.2021 kello 12 mennessä. Tämä ei kuitenkaan merkittävästi vaikuttanut majoitusalueen käyttämiseen tai varattujen majoituspaikkojen löytämiseen, koska osallistujat olivat pääosin suunnistajia ja tottuneet etsimään paikkoja karttojen kanssa omatoimisesti. Myöhästymisen aiheuttivat tekijästä riippumattomat syyt, joita olivat koronapandemian aiheuttamat aikataulumuutokset, talkoolaisten vähyyt, tekijän loukkaantumiset ja vammat sekä huono, sateinen sää tapahtumaa edeltäneillä viikoilla.

Osallistujien palaute oli positiivinen niin majoitusalueista kuin opaskartoistakin ja tapahtuman aikana maastossa ja kilpailukeskuksessa liikkuessakin näki, kuinka suunnitelmat toimivat, majoitusalueiden mitoitus oli toimiva ja alueiden toiminnallisuus kulkuväylien ja sijoittelun osalta riittävä. Majoitusalueiden välimatka kilpailukeskukseen oli lyhyt aiempiin jukolatapahtumiin verrattuna ja kauimpienkin majoittujien mielestä välimatka oli siedettävä. Bajamajojen läheisyys ja niiden ovien

pauke öisin on ikuinen ongelma telttamajoitusalueella, josta tuli negatiivista palautetta. Aiempien vuosien peltomajoitusalueisiin verrattuna Napapiiri-Jukolan majoitusalueet olivat pääosin metsässä, mikä aiheutti oman lisänsä majoitusalueiden tekemiseen ja työmäärään. Osa majoittujista piti majoitusalueiden epätasaisuutta tai hieman rämeistä tai sateista kostunutta maa-alustaa ikävänä. Tapahtuman pitkä odotus oli kuitenkin karsinut turhat nurinat pois. Pääasia monelle oli, että tapahtuma ylipäänsä pystyttiin järjestämään. (Kuusela 2021, keskustelut majoittujien kanssa 20.–22.8.2021.)

10.2 Työn johtopäätökset

Työn aikana huomasin, että aluesuunnittelulle on suuri tarve tämän kaltaisessa isossa massatapahtumassa. Aluesuunnittelu on todella tärkeä osa tapahtumasuunnittelua ja sen kautta voidaan rakentaa toimivat ja tarpeelliset toiminnot tapahtuma-alueelle. Aluesuunnittelua ei kuitenkaan arvosteta riittävästi ja sen katsotaan usein olevan pääsihteerin, suunnistuskartoittajan tai jonkun yhteistyötahon oheis- tai lisätyö. Aluesuunnittelun ja sen tekijöiden tulisi olla Jukola-organisaation johtoryhmässä mukana suunnitteluissa ja päätöksenteossa alusta lähtien.

Aluesuunnittelu tarvitsee mielestäni myös oman valiokunnan, jonka johtajan on hyvä olla paikkatietosuunnittelija tai mittaustyönjohtajan pätevyyden omaava henkilö. Tämä on tärkeää myös turvallisuusnäkökulmasta. Aluesuunnittelun valiokunnan alaisuudessa voisi suunnitella massatapahtuman paikkatietoinfrastruktuuria, eri toimintojen välistä yhteistyötä ajantasaisilla aluekartoilla sekä ammattitason paikkatieto- ja maanmittaustehtäviä itsenäisesti tai yhteistyötoimijoiden kanssa. Tapahtuman infrasuunnittelu, kilpailukeskuksen toiminnot ja majoitusalueiden paikkatietosuunnittelu sekä merkintöjen toteuttaminen on tärkeää voida toteuttaa asiaan kuuluvilla mittalaitteilla, menetelmillä ja osaamisella. Valiokunta tarvitsee myös riittävästi omaa talkooväkeä ja talkoolaiset tietävät paremmin mitä työtä aluesuunnitteluun kuuluu ja mihin töihin ovat tulossa mukaan.

Tapahtumaan liittyvien sopimusten ja niistä neuvottelemisen, sopimisen ja päättämisen tulee olla selkeää, kirjallista ja osapuolia sitovaa. Sopimuksista on myös pidettävä kiinni urakkasopimusten kaltaisesti. Tässä työssä eteen tuli useita eri

tilanteita, jossa sopimukset olivat olleet suullisia tai niitä ei solmittu juridisesti sitoviksi. Nämä koskevat esimerkiksi majoitusalueiden raivausta, merkintätehtäviä ja aineiston hyödyntämistä eri tahoille. Talkootyölle laaditut sopimukset ovat vapaaehtoisuuteen perustuvia, jolloin muutoksia ja kieltäytymisiä tapahtuu jatkuvasti. Oleellista olisi etukäteen määritellä, mitkä toiminnot ovat kriittisiä tapahtuman valmistumisen, talouden ja onnistumisen kannalta eli mitkä sopimukset on syytä tehdä urakasopimusluonteisesti ja mitkä voidaan hoitaa talkoosopimuksiin pohjautuen, ja kenellä on valtuudet solmia niitä osapuolten välille.

Ammattilaiset vastaavat esimerkiksi Jukolassa mediatuotannosta ja samoin infra-alan toiminnoista tulee lakisääteisesti vastata ammattipätevyyden omaavat henkilöt, esimerkiksi sähkötyöt, joita tekevät kunnalliset toimijat, yritykset tai suunnittelutoimistot. Samoin pitäisi olla aluesuunnittelussa, jossa jollain määräyksellä pitäisi vaatia esimerkiksi isoissa massatapahtumissa maanmittaus- tai paikkatietoalan ammattipätevyyttä. Tämän asian pitäisi olla kirjattu esimerkiksi isojen massatapahtumien järjestämislupaan, jotta maankäytön suunnittelu, toimintojen sijoittaminen ja kaavoittaminen sekä turvallisuusnäkökohtien huomioon ottaminen olisi toteutettu ammattimaisesti jo heti tapahtuman suunnitteluvaiheessa.

Tehtävien ja sopimusten tulee olla tapahtumassa yhdenvertaisia eri toimijoiden kesken eli ei teetetä talkootyönä vastaavia tehtäviä, joista maksetaan toisille palkkaa (esim. suunnittelijat, yritykset, yhteistyötahot). Myös aineistojen laatiminen, jonka käyttämisestä laskutetaan Jukola-organisaatiota esimerkiksi aliurakoinnin kautta, tulisi olla korvattavaa aineistojen tekijöille. Paikkatiedon tuottajalla on käyttöoikeudet tuottamaansa aineistoon ja siten oikeus myös korvaukseen aineiston hyödyntämisestä, mikäli aineiston jatkokäyttöön liittyy taloudellista toimintaa aliurakoitsijan tai kolmannen osapuolen toimesta. Ammattilaisia on helpompi saada mukaan tehtäviin, kun heidät on sitoutettu asianmukaisella korvauksella tai omalla työajallaan suunnittelu- ja toteutustöihin esimerkiksi yhteistyötahon tai alihankkijan kautta, kuten esimerkiksi Rovaniemen kaupunki oli Napapiiri-Jukola 2021 yhteistyösopimuksen osapuolena ja joissain tehtävissä myös järjestävänä tahona.

10.3 Mittauksien ja menetelmien luotettavuusanalyysi

Mittaukset onnistuivat mittaustarkkuusvaatimusten osalta hyvin. Mittaustulokset ja merkinnät oli tehty alalla käytettyjen menetelmien ja mittalaitteiden käyttövaatimusten mukaisesti. Mittaustöistä vastuussa olleella oli riittävä osaaminen ja kokemus vastaavista töistä. Mittauksissa avustaneet perehdyttiin tehtäväänsä.

Trimblen R8 GNSS -paikannuslaite soveltui hyvin tähän työhön asetetuilla tarkkuusvaatimuksilla, mutta esimerkiksi Trimblen R10 -paikannuslaite olisi toiminut paremmin peitteisessä maastossa. Mittanauhalla tehdyt merkinnät täyttivät myös sijainti- ja käyttötarkoitukseensa nähden mittausmenetelmälle asetetut vaatimukset.

Takymetri olisi ollut käyttökelpoinen ja nopea mittalaite kenttämittauksissa esimerkiksi Lukkarilan ja Pappilan alueella. Merkinnöissä päädyttiin käyttämään kuitenkin GNSS-paikannuslaitetta, koska huono sateinen sää ja kiire olisi aiheuttanut haasteita takymetrin käyttöön. Liitospisteiden määrittelyyn olisi myös kulunut aikaa sekä merkittävien pisteiden vähäinen määrä ja tiukka aikataulu puolsivat GNSS-laitteen käyttöä. GNSS-paikantimella päästiin avoimella alueella huonolakin säällä riittäviin mittaustarkkuusarvoihin riittävän nopeasti.

Laaditut opaskartat olivat käyttötarkoitukseensa nähden toimivia, selkeitä ja ne olivat saatavilla riittävän monessa eri muodossa, esimerkiksi säänkestävässä muodossa maastossa, sähköisinä tapahtuman verkkosivuilla sekä paikkatietoaineistona Jukola 2021 -mobiilisovelluksessa. Opaskarttojen laatimisen haasteena oli karttaan sijoitettavan tiedon suuri määrä, koska niissä oli oltava telttapaikkojen koodit riittävän selkeästi, mutta myös muut toiminnot ja liikkumiseen tarvittavat tiedot sekä muita ohjeita. Tämä johti siihen, että opaskarttoja tilattiin A1 ja A0-kokoisina. Itse tehdyt ja laminoidut kartat toimivat myös hyvin. Myös kokonaisuutena laaja hanke, kiire sekä tiukka aikataulu loivat haastetta karttojen laatimiselle.

10.4 Teoreettinen ja tutkimuseettinen pohdinta

Napapiiri-Jukola 2021 -tapahtuman majoitusalueiden ja niiden opaskarttojen laatiminen on toteutunut merkintämittausten ja paikkatietoaineiston käsittelyyn liitty-

vän teorian mukaisesti. Teoriatausta tässä työssä on ollut monipuolinen ja kattava, huolimatta siitä, että aihepiiriin liittyviä tutkimuksia, kirjallisuutta tai opinnäytetöitä maanmittausalalla on tehty yllättävän vähän.

Merkintämittaukset ja karttojen laatiminen ovat arkipäivää maanmittausalan töissä, mutta varsinaisia oppaita tai virallisia ohjeistuksia niitä koskien on vähän. Asioiden oletetaan olevan yleisesti tiedossa ja perustehtäviä maanmittausalalla. Tämä voi johtaa siihen, että työt tehdään opetetulla ja toimipaikan tai yrityksen vaatimalla 'talon tavalla', mutta opettajia voi olla monia ja työt toteutetaan ilman yhteneväisiä vaatimuksia tai ohjeistuksia. Tällöin toimintatavat, mittaustarkkuusvaatimukset ja työn painotukset voivat olla hieman eriävät eri toimijoilla. Pääsääntöisesti alalla on vallalla yhteneväiset vaatimukset mittaustarkkuusvaatimusten osalta ja tavoitteet jopa parempien mittaustarkkuusarvojen käyttämiseen, kuin vaatimukset edellyttävät, koska nykymittalaitteiden avulla siihen pystytään.

Ison massatapahtuman vaatimuksia voi miettiä työn kannalta myös eettisesti. Onko tarkoituksenmukaista, että monet taustatoimijat ja yhteistyötahot, joita ovat esimerkiksi Yleisradio, Kaukametsäläiset ry, Suomen Suunnistusliitto ja paikallinen kunta tai kaupunki, asettavat isoja taloudellisia vaateita tai sopimuksia tapahtuman järjestäjälle? Järjestävän tahon edellytetään joka tapauksessa toimivan pitkälti itsenäisesti, ottavan suuren taloudellisen riskin ja toimivan talkootyön varassa, jotta taloudellinen tulos olisi mahdollisimman hyvä. Taloudellisuus riippuu monista järjestäjästä riippumattomista tekijöistä, joita ovat esimerkiksi alueellinen sijainti, saavutettavuus (ihmismäärät) ja monet muuttuvat syyt (esim. sään tai koronapandemian kaltaiset ennakoimattomat syyt). Jos tapahtuman budjettiin ei ole voinut tai uskaltanut laskea riittävästi työvoimakustannuksia, ei eri toimintoihin uskalleta tai voida palkata myöskään ammattitaitoista työvoimaa.

Työt, joita voi tehdä kuka vain lyhyellä perehdyttämisellä, voivat hyvin olla talkoo-tehtäviä jatkossakin. Satoja työtunteja ammattitaitoa vaativia tehtäviä tekeville pitäisi maksaa jo lähtökohtaisesti korvausta, eikä taloudellista ja viranomaismääräysten mukaisia, tulosta tuottavia toimintoja pitäisi teettää harmaan talouden periaatteen mukaisesti ilmaistyövoimalla. Kyseessä ovat myös ammattiin liittyvät vastuut ja velvollisuudet.

10.5 Oppimiskokemuksia

Työn tekeminen toi lisää kokemusta maanmittausalan perusmittauksista ja paikkatietoaineiston käsittelystä. Työn kautta oppi myös monia uusia tarpeellisia maanmittausalan työtapoja erityisesti aineiston käsittelyssä ja luomisessa sekä karttojen laatimisessa. Koska aineisto- ja merkintämäärä on niin mittava, työ toi valtavasti rutiinia perusmittausten suorittamiseen ja aineiston analysointiin liittyen.

Kääntöpuolena työmäärä oli lyhyeen ajanjaksoon niin suuri, että se johti työntekijän rasitusvammoihin ja loukkaantumiseen. Vammoja voisi välttää seuraamalla kehon reaktioita ja kiputiloja paremmin. Tähän olisi syytä kiinnittää huomiota jo opiskeluvaiheessa esimerkiksi opettamalla opiskelijoille työkyvyn ylläpitoon liittyviä asioita, esimerkiksi lihashuoltoa, oikeita työasentoja ja kehon stressireaktioiden seuraamista ja niiden välttämistä. Nämä ovat tärkeitä työturvallisuusasioita ja ne pitäisi ottaa vakavammin huomioon opinnoissa ja työturvallisuuskoulutuksissa.

Työn tekeminen hankepohjaisesti oman toiminimen kautta OP Kevytyrittäjä -konseptilla toi näkökulmaa yrittäjyyteen. Hankkeen eteenpäin viemisen kannalta tärkeisiin asioihin kuten hankkeen aikataulutukseen, sidosryhmäyhteistyöhön, hanketyön johtamiseen, työstä laskuttamiseen sekä kulujen arviointiin tuli perehdyttyä paremmin, kun niistä vastasi itse. Toimiessa oman toiminimen kautta OP Kevytyrittäjänä, oppi myös yritystoimintaan liittyvää sopimus-, talous- ja verotustietoa. Opin käytännössä myös sen, että yksityisyrittäjänä toimiminen on haastavaa ihan jo tehtävien suorittamisen osalta, koska OP Kevytyrittäjyyden kautta ei voinut palkata työntekijöitä ja suurimman osan töistä joutui tekemään yksin.

10.6 Opinnäytetyön hyödynnettävyys

Merkintämittaukset ovat tyypillisiä ja yleisiä geodeettisia mittaustehtäviä rakennus-, kiinteistömuodostus ja esimerkiksi kaivosalalla, mutta niistä ei ole tehty kattavaa tutkimusta, opasta tai useita opinnäytetöitä. Tämä opinnäytetyö voisi tuoda selvennystä, esimerkkejä ja huomioon otettavia asioita menetelmään perehtyvälle. Opasta ei ole tehty myöskään opaskarttojen laatimisesta. Karttojen määrän

yleistyessä kartografinen perusosaaminen korostuu. Perusasiat kartografiasta on tunnettava myös maanmittausalalla ennen kuin pystyy laatimaan asiallisen ja tarpeellisen kartan mittaustyönsä tai paikkatietoaineistonsa pohjalta. Tässä työssä on pyritty siksi avaamaan myös kartan laatimisen vaiheita ja hyvän kartan vaatimuksia.

Tämän kaltainen projektitehtävä sopisikin hyvin maanmittausalan harjoittelupaikaksi esimerkiksi useammalla 4–6 kuukauden työsopimuksella. Projekti työllistäisi ainakin kaksi suunnittelutöihin (kartoitus, paikkatietosuunnittelu ja aineiston luominen) sekä kaksi toteutustöihin (maastoon merkitseminen ja opaskartat). Tällöin harjoittelijoille tulisi maksaa harjoittelupalkkaa. Harjoittelijalla on hyvä olla joko organisaation, yhteistyötahon tai oppilaitoksen puolesta myös ohjaaja, jolla on osaamista vaadittavista paikkatieto- tai maanmittausalan töistä.

10.7 Jatkotutkimusten ja kehittämisen aiheita

Jukolan viesti sopii edelleen opinnäytetyön aiheeksi, vaikka siitä on tehty jo monia opinnäytetöitä eri aloille. Jukolan viestin järjestäminen on, kuten opinnäytetyö, oppimisprosessi. Suosittelen tapahtumaan mukaan lähtemistä maanmittausalan opiskelijoille ja ammattilaisille. Näkökulma massatapahtuman järjestämisestä ja siihen kuuluvista mittaustehtävistä avartuu tekemisen kautta.

Jukolan viesti -tapahtumien loppuraporteissa tai -seminaareissa on yllättävän harvoin esitelty majoitusalueiden perustamiseen kulunutta työaika, menetelmiä tai vaatimuksia, vaikka taloudellisesti työ on tapahtuman kannalta merkittävä. Useampi erilainen työvaihe työtunteineen olisi tärkeää tuoda esille loppuraportissa. Jukolan viesti on tietysti ensisijaisesti urheilutapahtuma, joten urheilullisten asioiden pitää olla keskiössä. Tai kääntäen, ilman urheilua ei olisi muitakaan toimintoja tai ilman tapahtuman järjestämiseksi tehtyä työtä ei olisi urheilutapahtumaakaan.

10.8 Päätössanat

Henkilökohtaisesti olen kiertänyt Jukolan viestejä vuodesta 2000 lähtien. Aiemmin en ole kiinnittänyt huomiota kovinkaan moneen merkittävään työvaiheeseen, jonka ansiosta tapahtuma on saatu järjestettyä. Olen enemmän keskittynyt sujuvan suunnistuksen tavoittelemiseen ja ajan viettämiseen tutujen kanssa oheispalveluista nauttien ja maksaen.

Tämä opinnäytetyöprojekti, joka kesti kolme vuotta ja yli 600 tuntia, avasi silmäni jukolamaailmaan myös maanmittauksen ja tapahtumasuunnittelun näkökulmasta. Suoritus ei ollut minulle se nopein eikä sujuvin ”osuus” Jukolassa, kuten tämän opinnäytetyön seminaariesityksessä mukana olleesta kuvioista 28 voi todeta.



Kuvio 28. Se oli siinä! Opinnäytetyön valmiin työn esityksessä mukana ollut dia, joka esittelee yhteenvedona Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden perustamiseen liittyvää työmäärää ja työn tuloksia. Kuvassa isken viimeisen niitin merkintäpaaluun ison urakan päätteeksi perjantaina 20.8.2021 kello 18.

Napapiiri-Jukola 2021 oli minulle kuitenkin paras, mieliinpainuvin ja merkittävin jukolasuoritus, minkä olen ikinä tehnyt! Ja tärkeintä oli, kuten monelle jukolasuunnistajallekin, että maaliin päästiin.

LÄHTEET

3D-system 2022. 3D-Win 6.5 - Laskenta - Merkintämittaus. Viitattu 7.4.2022 http://www.3d-system.net/help/65/fin/calc/measure/stake_gps.htm.

buildingSMART Finland 2019. Yleiset inframallivaatimukset. YIV 2019/1. Viitattu 14.4.2022 https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/06/YIV-Yleiset-inframallivaatimukset-2019_1.pdf.

Ekman, V. 2010. Rakennusmittaukset, niiden laatu ja dokumentointi. Saimaan ammattikorkeakoulu. Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Esri 2022. What is GIS? Viitattu 22.4.2022 <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>.

Geotrim Oy 2020. VRS 20V Suomessa – VRS-palvelun vaiheita. Viitattu 17.4.2022 <https://geotrim.fi/vrs20v-vuosi/>.

Geotrim Oy 2021. Camping Tour kiertueen yritys- ja tuote-esitys. Esitys. Viitattu 17.4.2022 <https://docplayer.fi/213122213-Tietomallit-geospatial-rakentaminen-trimnet.html>.

Geotrim Oy 2022. Satelliittipaikannuspalvelu. Trimnet VRS-palvelu. Viitattu 27.3.2022 <https://geotrim.fi/palvelut/trimnet-vrs/>.

Hexagon 2022. HxGn Smart Net - Miten se toimii? Viitattu 17.4.2022 <https://hxgnsmartnet.com/fi-fi/howit-works>.

Hirvinen, V. 2021. Talkoopäällikön kiitokset. Sähköposti Napapiiri-Juola_hg@gatehg.fi. 23.8.2021. Tulostettu 12.3.2022.

INSPIRE-direktiivi 2007/2/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2007/2/EY Euroopan yhteisön paikkatietoinfrastruktuurin (INSPIRE) perustamisesta.

Jalo, J. 2011. Esivertailu erilaisista satelliittipaikannusmenetelmistä maastomittauksen ja maanrakennuksen tarpeisiin. Opinnäytetyö. Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 15.12.2017 http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/30613/Jalo_Jaakko.pdf;jsessionid=9203E61A983CD8A162234049C3DD84E2?sequence=1.

JUHTA- Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta 2014. JHS 185 Asemakaavan pohjakartan laatiminen. Julkisen hallinnin suositus, Versio: 1.0 / 20.3.2013. Viitattu 7.4.2022 <https://www.suomidigi.fi/sites/default/files/2020-07/JHS185.doc>.

JUHTA - Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta 2012a. JHS 184 Kiin-
topistemittaus EUREF-FIN-koordinaattijärjestelmässä.

JUHTA - Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta 2012b. JHS 162 Paik-
katietojen mallintaminen tiedonsiirtoa varten. Versio 2.1. Viitattu 18.4.2022
[https://www.suomidigi.fi/ohjeet-ja-tuki/jhs-suositukset/jhs-162-paikkatietojen-
mallintaminen-tiedonsiirtoa-varten](https://www.suomidigi.fi/ohjeet-ja-tuki/jhs-suositukset/jhs-162-paikkatietojen-mallintaminen-tiedonsiirtoa-varten).

Jukolan viesti 2020. Napapiiri-Jukola siirtyy koronapandemian takia vuodelle
2021. Facebook-sivut. Viitattu 22.3.2022 [https://m.facebook.com/jukolan-
viesti/photos/a.215335878545842/2896248223787914/?type=3](https://m.facebook.com/jukolan-
viesti/photos/a.215335878545842/2896248223787914/?type=3).

Juote, A. 2016. Telemetriatiedon karttasovitusalgoritmi katujen kunnossapidon
tilannekuvaa varten. Aalto-yliopisto. Rakennetun ympäristön laitos. Diplomityö.

Jätelaki 17.6.2011/646.

Kaukametsäläiset ry 2022a. Tietoja tapahtumasta. Yleistä Jukolan viestistä. Vii-
tattu 11.3.2022 <https://jukola.com/tietoja-tapahtumasta/>.

Kaukametsäläiset ry 2022b. Tilastot. Jukolan viestin osanottajamaat 1990 –
2021. Viitattu 11.3.2022 [https://jukola.com/jukolan-historia/tilastot/jukolan-vies-
tin-osanottajamaat-1990/](https://jukola.com/jukolan-historia/tilastot/jukolan-vies-
tin-osanottajamaat-1990/).

Kaukametsäläiset ry 2022c. Tilastot. Venlojen viestin osanottajamaat 1990 –
2021. Viitattu 11.3.2022 [https://jukola.com/jukolan-historia/tilastot/venlojen-vies-
tin-osanottajamaat-1990/](https://jukola.com/jukolan-historia/tilastot/venlojen-vies-
tin-osanottajamaat-1990/).

Kaukametsäläiset ry 2022d. Kaukametsäläiset ry. Viitattu 12.3.2022 [https://ju-
kola.com/kaukametsalaiset-ry/](https://ju-
kola.com/kaukametsalaiset-ry/).

Kiinteistömuodostamislaki. 12.4.1995/554.

Kivekäs, R. 2020. Kartografia muutoksen kourissa. POSITIO, 2/2020, 4-5.

Kivi, A. 2007. Seitsemän veljestä. 7. painos. Helsinki: Gummerus.

Koirikivi, A. 2020. Napapiiri-Jukola majoitusalueiden kartoitus ja perustaminen.
Lapin ammattikorkeakoulu. Maanmittaustekniikka. Opinnäytetyö.

Koirikivi, A. & Kuusela, T. 2020. Napapiiri-Jukola 2020 kilpailukeskuksen paikka-
tietosuunnittelu. Lapin ammattikorkeakoulu. Erikoistumisprojekti R501M29OJ.
Loppuraportti. Julkaisematon lähde.

Koivula, H. 2014. Geodeettisen laitoksen GNSS -palvelu. Esitys. Geodesian tee-
mapäivä 10.9.2014. Viitattu 17.4.2022 [http://www.kolumbus.fi/eino.uikka-
nen/Geodesiapaiva/HannuKoivula-GeodeettisenLaitoksenGNSSpalvelu.pdf](http://www.kolumbus.fi/eino.uikka-
nen/Geodesiapaiva/HannuKoivula-GeodeettisenLaitoksenGNSSpalvelu.pdf).

Koivunen, T. 2001. Kartografia – GIS perusteet ja kartografia -kurssi. Viitattu 23.4.2022 <https://www.oulu.fi/virtualgis/kartografia.htm>.

K-Rauta 2021. Kelamitta FXA 50m. Viitattu 11.7.2021 <https://www.k-rauta.fi/tuote/kelamitta-fxa-50m/6438313304845>.

Kuntaliitto 2022. Kiinteistöinsinöörin opas – Tonttijaon laatiminen. Viitattu 9.4.2022 <https://www.kuntaliitto.fi/tilastot-ja-julkaisut/verkko-opaat/kiinteistoin-sinoorin-opas/tonttijako/tonttijaon-laatiminen>.

Kuusela, T. 2018. Mitta Oy, Oulu 4.6.2018 – 31.8.2018. Lapin ammattikorkeakoulu. Ammattitaitoa edistävä harjoittelu R501M31B. Julkaisematon lähde.

Kuopio-Jukola 2014. Loppuraportti 10.10.2014. Viitattu 20.9.2019 http://www.kuopionsuunnistajat.fi/wp-content/uploads/2014/11/Loppuraportti-2014-10-13_PRINT.pdf.

Lagerström, J. 2009. Rakentamisen mittaukset ja VRS-satelliittimittausmenetelmän käyttökokeilu. Metropolia ammattikorkeakoulu. Maanmittaustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Laine, A. 2018. Seurantamittaukset takymetri- ja tarkkavaaituskalustolla. Metropolia ammattikorkeakoulu. Maanmittaustekniikka. Opinnäytetyö.

Laitalainen, A-P. 2017. Mittausradan rakentaminen ja sen hyödyntäminen mitaustekniikan kurssilla ja opetuksessa. Vaasan ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikka. Opinnäytetyö.

Laki paikkatietoinfrastruktuurista. 12.6.2009/421.

Lassila, J. 2017. Ammatilaisen paikkatieto-ohjelmistot Suomessa. Lapin ammattikorkeakoulu. Maanmittaustekniikka. Opinnäytetyö.

Laurila, P. 2011. Tähdätystä mittauksesta pistepilveen. Maankäyttö 2011:3, 22-24.

Laurila, P. 2012. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. Rovaniemen ammattikorkeakoulun julkaisusarja D nro 3.

Laurila, P. 2020. Maan mittauksia – Mittausten laskenta. Helsinki: BoD – Books on Demand, 1. painos.

Lehtonen, M. 2019. Jukola aineistot – Reunaehdot telttapaikka-aineistolle. Sähköposti mika-lehtonen @ sitowise.fi > teppo.kuusela @ edu.lapinamk.fi 11.10.2019. Tulostettu 24.4.2022.

Leica Geosystems AG 2015. Leica DISTO™ D510. Viitattu 17.4.2022 https://shop.leica-geosystems.com/sites/default/files/2019-04/leica-disto-d510-user-manual_792290_fi.pdf.

Liikennevirasto 2017a. Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot. Mittausohje. Liikenneviraston ohjeita 18/2017. Viitattu 12.2.2022 https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-18_maastotiedot_mittausohje_web.pdf.

Liikennevirasto 2017b. Maastotietojen hankinta – Toimintaohjeet. Liikenneviraston ohjeita 19/2017. Viitattu 12.2.2022 https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-19_maastotietojen_hankinta_web.pdf.

Maankäyttö- ja rakennuslaki. 5.2.1999/132.

Maanmittauslaitos 2003. Kaavoitusmittausohjeet. Maanmittauslaitos, keskushallinto. Määräys MML/1/012/2003. Viitattu 9.4.2022 https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/old/kaavoitusmittausohjeet_2003_0.pdf.

Maanmittauslaitos 2011. Määräys mittausten tarkkuudesta ja rajamerkeistä kiinteistötoimituksissa. MML/2/012/2011. Viitattu 12.3.2022 <https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/402001/43584>.

Maanmittauslaitos 2017. Rajat ja rajamerkit. Viitattu 15.4.2022 <https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/attachments/2017/03/rajat%20ja%20rajamerkit.pdf>.

Maanmittauslaitos 2018. Maanmittauslaitoksen maastotietokohteet. Viitattu 18.4.2022 https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/attachments/2018/03/Maastotietokohteet_0.pdf.

Maanmittauslaitos 2022a. Satelliittipaikannus. Viitattu 27.3.2022 <https://www.maanmittauslaitos.fi/tutkimus/teematietoa/satelliittipaikannus>.

Maanmittauslaitos 2022b. Paikannuspalveluiden periaate. Viitattu 27.3.2022 <https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/paikannuspalvelu/paikannuspalvelun-periaate>.

Maanmittauslaitos 2022c. Toimitusmenettelyn käsikirja. Viitattu 15.4.2022 <https://www.maanmittauslaitos.fi/kiinteistot/asiantunnevalle-kayttajalle/kasikirjat-ja-korvaustiedot/toimitusmenettelyn-kasikirja>.

Maanmittauslaitos 2022d. Uusi palvelu tarjoaa reaaliaikaista satelliittipaikannusdataa. Viitattu 17.4.2022 <https://www.maanmittauslaitos.fi/ajankohtaista/uusi-palvelu-tarjoaa-reaaliaikaista-satelliittipaikannusdataa>.

Maanmittauslaitos 2022e. Avoimien aineistojen tiedostopalvelu. Viitattu 18.4.2022 <https://tiedostopalvelu.maanmittauslaitos.fi/tp/kartta>.

Maanmittauslaitos 2022f. Metatiedot. Viitattu 18.4.2022. <https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/paikkatietojen-yhteiskaytto/inspire/metatiedot>.

Matilainen, J. W. 2020. Satelliittipaikannus kuluttajalaitteilla. Lapin ammattikorkeakoulun verkkolehti Lumen, 2020: 2.

Metrologian neuvottelukunta 2011. Laadukkaan mittaamisen perusteet. Toim. Hiltunen E., Linko L., Hemminki S., Hägg M., Järvenpää E., Saarinen P., Simonen S. ja Kärhä P. Mittatekniikan keskus MIKES. Espoo 2011:J4.

Mitutoyo 2020. Mittauksen pikaopas - Tarkkuusmittavälineet pituudenmittaukseen. Viitattu 16.4.2022 <https://teraskonttori.fi/wp-content/uploads/2020/04/Mittauksen-pikaopas-FI.pdf>.

Muukkonen, P., Nylén, T & Hirvensalo, V. 2021. Huono kartta – hyvä kartta. Teoksessa Paikkatiedon ja geomedian keskeisiä käsitteitä – Oppimateriaalia maantieteen opetukseen perusopetuksessa ja lukiossa. Viitattu 23.4.2022 <https://www.finna.fi/Record/aoe.1884>.

Muukkonen, P., Pajukangas, H., Korpelainen, T., Miettinen & A., Nylén, T. 2021. Ohjekortit karttojen visualisointiin. Viitattu 23.4.2022 <https://www.finna.fi/Record/aoe.1787>.

Napapiiri-Jukola 2020. Valiokunnat. Viitattu 29.3.2020 <https://www.jukola.com/2020/talkoolaiset/valiokunnat/>.

Napapiiri-Jukola 2021a. Mikä Napapiiri-Jukola. Viitattu 22.3.2022 <https://jukola.com/2021/mika-napapiiri-jukola/>.

Napapiiri-Jukola 2021b. Kilpailujohtajan tervehdys: Poikkeuksellinen Napapiiri-Jukola. Viitattu 22.3.2022 <https://jukola.com/2021/kilpailunjohtajan-tervehdys-poikkeuksellinen-napapiiri-jukola/>.

Napapiiri-Jukola 2021c. Majoittuminen kisa-alueella. Viitattu 22.4.2022 <https://jukola.com/2021/majoitus/majoittuminen-kisa-alueella/>.

Nordic Geo Center Oy, 2011. Etäisyysmittauksesta takymetrillä ja laserskannerilla. Viitattu 3.5.2022 <http://www.geocenter.fi/blogi/etaisyysmittauksesta-takymetrilla-ja-laserskannerilla/>.

Novatron Oy 2022a. 3D-Win Maastomalliohje. Versio 6.8. Viitattu 14.4.2022 <https://3d-system.fi/download/156>.

Novatron Oy 2022b. 3D-Win Perusohje. Versio 6.7. Viitattu 14.4.2022 <https://3d-system.fi/download/155>.

Novatron Oy 2022c. 3D-Win perusohjelma. Viitattu 17.4.2022 <https://3d-system.fi/ohjelmisto/>.

Oksamo, A. 2015. Tonttijako. Metropolia ammattikorkeakoulu. Maanmittaustekniikka. Opinnäytetyö.

OP Kevytyrittäjä 2022. Käyttöehdot. Viitattu 22.4.2022 <https://op-kevytyrittaja.fi/ehdot/kayttoehdot>.

Paikkaoppi 2018a. Rasteri- ja vektorimuotoinen paikkatietoaineisto. Viitattu 18.4.2022. <https://www.paikkaoppi.fi/fi/rasteri-ja-vektorimuotoinen-paikkatietoaineisto/>.

Paikkaoppi 2018b. Tutustu paikkatietoaineistoihin. Viitattu 18.4.2022 <https://www.paikkaoppi.fi/fi/paikkatiedon-perusteet/>.

Pelastuslaki 29.4.2011/379.

Pitkämäki, M. 2021. VS: Jukola2021 aineistot... Sähköposti [mika.pitkamaki @ tietotalo.fi](mailto:mika.pitkamaki@tietotalo.fi) > [teppo.kuusela @ edu.lapinamk.fi](mailto:teppo.kuusela@edu.lapinamk.fi) 20.7.2018. Tulostettu 24.4.2022.

PK-Mittaus Oy 2022. kartoitus ja merkintämittaus. Viitattu 14.4.2022 <https://www.pk-mittaus.fi/kartoitus-ja-merkintamittaus/>.

Poutanen, M. 2016. Satelliittipaikannus. Tallinna: Ursan julkaisuja 152.

Puro, J. 2022. Paikkatieto, GIS ja karttapalvelut. Itewiki: Digitalisoinnin opas – Erikoisosaamisalueet. Viitattu 13.4.2022 <https://www.itewiki.fi/opas/category/erikoisosaamisalueet/>.

Pyykkö, K. 2021. Napapiiri-Jukolan saldo katosi koronaan ja pimeään – ”Päädymme plus miinus nollaan. Kuluja oli 1,5 miljoonaa euroa, tuloja samat 1,5 miljoonaa.” Lapin kansa, 29.9.2021. Viitattu 29.3.2022 <https://www.lapinkansa.fi/napapiiri-jukolan-saldo-katosi-koronaan-ja-pimeaan/3996454>.

QGIS project 2022a. QGIS - Suosituin avoimen lähdekoodin työpöytä GIS-ohjelmisto. Viitattu 18.4.2022 <https://qgis.org/fi/site/about/index.html>.

QGIS project 2022b. QGIS käyttöohjeet. Viitattu 22.4.2022 <https://qgis.org/fi/docs/index.html>.

Rovaniemen karttapalvelin 2022. Opaskartta. Viitattu 24.4.2022 <https://kartta.rovaniemi.fi/ims/>.

Rovaniemen kaupunki 2022. Tontin lohkominen. Viitattu 15.4.2022 <https://www.rovaniemi.fi/Palvelut/Tontin-lohkominen/3a5149d3-b27a-4957-a095-0>.

Sanastokeskus TSK ry & Maanmittauslaitos/Inspire-sihteeristö 2018. Geoinformatiikan sanasto. TSK 51. Helsinki: Maanmittauslaitos. 4. laitos.

Simonen, S., Hemminki, S. & Valkeapää, T. 2009. Lakisääteisen metrologian käsikirja. Turvatekniikan keskus. Tukes-julkaisu, 2009:1.

SITECH 2014. Trimble Site Positioning Systems. Viitattu 17.4.2022 <https://www.slideserve.com/neena/trimble-site-positioning-systems>.

SKIL 2022. SKIL 1930 AA laseretäisyysmittari. Viitattu 17.4.2022 <https://www.skil.fi/skil-1930-aa-laseretaisyysmittari-mt1e1930aa.html>.

Suomen Geoteknillinen Yhdistys 2017. Monitorointitoimikunta: Geoteknisen mittaamisen ja monitoroinnin olennaiset käsitteet ja periaatteet. Viitattu 12.3.2022 https://sgy.fi/wp-content/uploads/2017/04/geoteknisen_mittaamisen_ja_monitoroinnin_olennaiset_kasitteet_ja_periaatteet_6-11-2017_julkaisu.pdf.

Suomen Suunnistusliitto 2021. Suunnistusliiton uutiskirje 26.11.2021. Sähköposti suunnistaja-lehti @ suunnistusliitto.fi, 26.11.2021. Tulostettu 12.3.2022.

SPEK – Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö 2020. Leirintäalueen turvallisuusopas. SPEK, Helsinki. 2. päivitetty painos.

Tenhola, K. 2013. Voimalla seitsemän miehen. Jukolan viestin historia. Viitattu 11.3.2022 https://jukola.com/wp-content/uploads/2013/06/Jukola-historiikki_net-tiversio.pdf.

Tietotalo Infocenter Oy 2021. Jukola 2021. Mobiilisovellus, versio 1.74. Viitattu 24.4.2022 <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.jukolaapp&hl=fi&gl=US>.

Tilastokeskus 2022. Tietoa tilatoista – Käsitteet. Viitattu 18.4.2022 <https://www.stat.fi/meta/kas/index.html>.

Tilastokeskus 2021. Tilastokoulu – Tilastoteemakartat. Viitattu 23.4.2022 https://tilastokoulu.stat.fi/verkkokoulu_v2.xql?page_type=ketusivu&course_id=tkoulu_temak.

Toivonen, T. & Ylikoski, J. 2013. Verkko-RTK-mittaus. Metropolia ammattikorkeakoulu. Maanmittaustekniikan koulutusohjelma. Insinööriyö.

Trimble 2015. Trimble R8s GNSS –järjestelmä. Laite-esite. Trimble Navigation Limited.

Trimble 2021. Trimble Access™ -ohjelmiston mittaus -käyttöopas. Viitattu 3.5.2022 https://help.trimblegeospatial.com/TrimbleAccess-PDFs/2021.10/fi/TA_General_Survey.pdf.

Tähtitieteellinen yhdistys Ursa 2022. Graafinen almanakka: Rovaniemi. Viitattu 7.4.2022 <https://www.astro.utu.fi/zubi/ga/rovan.htm>.

Ulkoilulaki 13.7.1973/606.

Vaisala 2016. Miten tulkita oikein mittalaitteiden suorituskykyä ja teknisiä tietoja. Sovellusesite. Viitattu 17.4.2022 <https://www.vaisala.com/sites/default/files/documents/Understanding-Accuracy-Specifications-Technical-note.pdf>.

Vermeer, M. 2017. Geodesia: Kaiken perusta. Aalto-yliopiston julkaisusarja Tiede + teknologia, 2019:3.

Viitala, E. 2017. Sitova tonttijako kuntaliitoksissa. Metropolia ammattikorkeakoulu. Rakentaminen, maanmittaus. Ylempi AMK, opinnäytetyö.

Ympäristönsuojelulaki 27.6.2014/527.

LIITTEET

- Liite 1. Majoitusalueiden suunnittelun lähtötilanne kartoituksen jälkeen.
- Liite 2. Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden indeksikartta.
- Liite 3. Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden kuvaukset.
- Liite 4. Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden perustamisen työvaiheet.
- Liite 5. Viertolan, Rajamäen ja Männistön MA-alueiden opaskartta.
- Liite 6. Männistön MB–MJ-alueiden opaskartta.
- Liite 7. Sonnimäen alueen opaskartta.
- Liite 8. Kuusiston alueen opaskartta.
- Liite 9. Toukolan alueen opaskartta.
- Liite 10. Kilpailukeskuksen infokartta.
- Liite 11. Lukkarilan ja TS-alueen opaskartta.
- Liite 12. Pappilan alueen opaskartta.
- Liite 13. Napapiiri-Jukola 2021 -tapahtuman turvallisuuskartta.

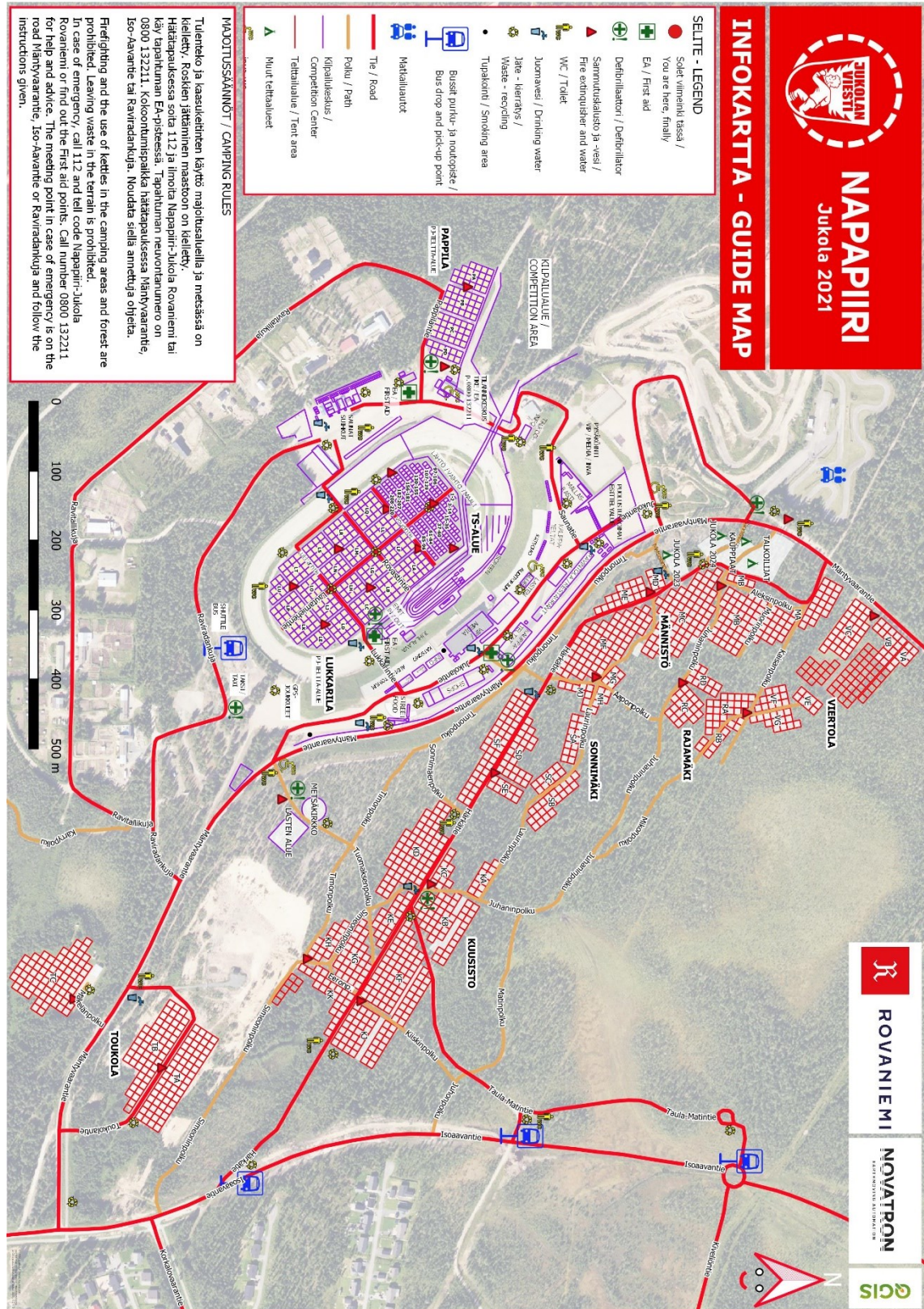
Liite 1. Majoitusalueiden suunnittelun lähtötilanne kartoituksen jälkeen.

Lähde: Koirikivi & Kuusela, 2019. Koirikivi 2020



Liite 2. Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden indeksikartta.

Kartta suunniteltu tulostettavaksi A0–A2 kokoon.



© Mittauspalvelut Teppo Kuusela 2021. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokanta- ja Ortoilmakuvapalveluiden aineistoa 2017 / CC 4.0.

Liite 3 1(4). Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden kuvaukset.

MAJOITTUMINEN KISA-ALUEELLA

Kaikki kilpailukeskuksessa tapahtuva majoitus on varattava ja maksettavavarauksen yhteydessä ilmoittautumisjärjestelmän kautta. Majoituspaikka varmistuu maksun saapumisen jälkeen. Majoitusmaksut hintaportaineen ovat erillisessä taulukossa.

Majoitusohjeet:

Tulenteko ja retkikeitinten käyttö on kielletty. Maastossa ei ole tulentekopaikkoja. Tupakointi on sallittu sille osoitetuissa paikoissa.

Telttapaikkojen vaihtoja on jouduttu tekemään eri syiden takia majoitusalueilla. Niistä on pääasiassa ilmoitettu telttapaikkojen läheisyydessä tekstein ja opaskartoin. Noudata annettuja ohjeita telttapaikan vaihdosta uusiin vapaisiin ruutuihin tai vaihtoehtoiselle alueelle, jotta ei tule päällekkäisvarauksia.

Mikäli haluat vaihtaa telttapaikkaa merkittävästä telttailun estävästä syystä (kivikko, tiheä puusto tai muuten epäsopiva paikka), vaihda merkittyjen ruutujen lähistölle sopivalle merkkeamattomalle metsäalueelle (ei polulle) tai ota yhteyttä kilpailukilpailuinfoon ja kysy vaihtoehtoinen telttapaikka lähistöltäsi.

Pappilan alueen PA ja PB telttapaikat ovat osin mutaisia. Vaihda telttapaikka Lukkarilan nurmikentän alueille LO, LP, LT ja LU. Ota yhteys kilpailuinfoon ja varaa vaihtopaikka sieltä, ellei varauksen yhdyshenkilölle ole jo tarjottu järjestäjien puolesta uutta vapaata paikkaa.

Talkoolaiset voivat kysyä majoituspaikkaa kilpailuinfosta tai telttailla Mäntyvaarantien, Härkätien ja Juhaninpolun rajaamalla alueella. Katso tarkempi alue Männistön majoituskartoista.

Pahoittelemme majoituspaikkojen siirrosta aiheutunutta häiriötä.

Kilpailuinfon yhteystiedot: kilpailukeskuksen ylätasanteella, p. [REDACTED]. Varaudu jonottamaan, noudata koronaturvallisuutta ja suosi asian hoitamista puhelimitse.

Liite 3 2(4). Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden kuvaukset.

Telttailu – Majoitusalueet 1/3

Kisakeskuksen alueella voit majoittua teltassa. Telttapaikat ovat kooltaan 10m x 10m, joten yhdelle telttapaikalle mahtuu useampi teltta. Telttapaikkojen varaaminen ja maksaminen tapahtuvat Jukolan ilmoittautumisjärjestelmän kautta. Telttapaikat ovat numeroituja ja ne kannattaa varata hyvissä ajoin. Telttapaikat sijaitsevat Napapiiri-Jukolan kilpailukeskuksen välittömässä läheisyydessä.

Majoitusalueet

Toukola

Toukola sijaitsee 700 m päässä kilpailukeskuksesta. Pohjoisalue on tasaista, sorapohjaista hiekkakuopan pohjaa. Eteläpuolinen alue sijaitsee nurmikentällä. HUOMIO! Alue sijaitsee pohjavesialueella.

Alueen TC reunoilta telttapaikat siirretty kesemmälle. Vaihdot ilmoitettu TC alueen nurmikentällä.



Männistö

Männistön alue sijaitsee 100 – 400 m päässä kilpailukeskuksesta. Männistö on mäntyvaltaista, harvahkoa kuivaa kangasmetsää. HUOMIO! Juhaniinpulun eteläpuoliset alueet sijaitsevat pohjavesialueella.



Liite 3 3(4). Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden kuvaukset.

Telttailu – Majoitusalueet 2/3

Sonnimäki

Sonnimäki sijaitsee 100 – 300 m päässä kilpailukeskuksesta. Alue on kuivahkoa sekametsää. HUOMIO! Juhaniinpolun eteläpuoliset alueet sijaitsevat pohjavesialueella.



Kuusisto

Kuusisto sijaitsee 300 – 700 m päässä kilpailukeskuksesta. Alue on kuusivaltaista tuoretta kangasmetsää sekä sekametsää. Kuusiston ja kilpailukeskuksen välissä, harjun päällä sijaitsee metsäkirkko ja lasten maailma. HUOMIO! Härkätien eteläpuoliset alueet sijaitsevat pohjavesialueella.



Telttapaikat KK25-KK31 siirretty KH01 ruudun viereen maa-ampiaispesän vuoksi. Entinen karttaan merkitty alue on merkitty eristysnauhin. Opastaulut erikseen alueen läheisyydessä.

Viertola

Viertola sijaitsee 400 m päässä kilpailukeskuksesta. Viertola on tasaista, puoliavointa mäntykangasta. Viertolan C-alue on nurmikenttää.

Vaihdetut telttapaikat VA, VB ja VD alueilta VC alueelle on ilmoitettu Viertolan VC alueen sisääntuloportilla.



Liite 3 4(4). Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden kuvaukset.

Telttailu – Majoitusalueet 3/3

Rajämäki

Rajämäki sijaitsee 200 – 300 m päässä kilpailukeskuksesta. Alue on mäntyvaltaista, kuivahkoa kangasmetsää.



Hemmola

Alue poistettu ja uusi telttapaikka ilmoitettu varauksen yhdyshenkilölle. Ota tarvittaessa yhteys kilpailuinfoon, p. [REDACTED].

© Mittauspalvelut Teppo Kuusela 2021. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokanta- ja Ortoilmakuvapalveluiden aineistoa 2017 / CC 4.0.

Liite 4. Napapiiri-Jukola 2021 majoitusalueiden perustamisen työvaiheet.

MAJOITUSALUEIDEN PERUSTAMISEN TYÖVAIHEET.

1) Suunnittelu ja sopimukset. Lähtökohdat työskentelylle (tapahtuma-ajankohta, tapahtuman kilpailukeskuksen päättäminen ja suunnittelussa huomioitavat sopimukset ja määräykset esim. maankäytösopimukset), alkukokoukset ja suunnittelupalaverit sekä toimeksiantosopimuksen laadinta (kevät 2019).

2) Asemakaavan pohjakartan kaavoitusmittaukset. Majoitusalueiksi soveltuvien maastojen sekä niiden läheisyydessä kulkevien tie- ja polkuväylien sekä majoitukseen sopeutumattomien kohteiden ja alueiden (esim. kivikot, suot, muurahaispesät, ojat) kartoitusmittaukset GNSS-paikannuslaitteella (kesäkuu 2019).

3) Aluesuunnitelma. Maastomallin laatiminen, majoitusalueiden rajaaminen ja alustavan alue-suunnitelman esittäminen karttamuodossa ja sen hyväksyttäminen tapahtumaorganisaatiossa (alkukesä 2019).

4) Alueen ”asemakaavoitus”. Majoitusalueiden ja kortteleiden rajaaminen sekä teiden nimeäminen ja digitointi paikkatietoaineistoon (elo-syyskuu 2019).

5) Tonttikartan laatiminen. Paikkatietoaineiston laatiminen majoitusalueista, majoitusalueiden nurkkapisteiden sijoittaminen ja yksittäisten majoitusalueuutujen tekeminen, aineiston digitointi sekä ruutujen yhdistäminen viivatyökalulla polygoneiksi sekä kaikkien majoitusalueuutujen koodaaminen yksilöllisillä koodeilla (majoitusalue-tunnus + paikkakoodi esim. MA01 = Männistö-alueen A-korttelin 01 ruutu) (syys-lokakuu 2019).

6) Tonttien rekisteröinti. Paikkatietoaineiston tarkistus ja käsittely varausjärjestelmää varten oikeaan formaattiin ja lähettäminen järjestelmän laativalle taholle (Sitowise Oy) (marraskuu 2019).

7) Tonttikartan laatiminen. Majoitusalueiden paikkatietoaineiston käsittelyä aluesuunnittelun ja toimintojen tueksi sekä opaskartoiksi QGIS-ohjelmistolla (talvi 2020).

TAUKO tapahtuman suunnittelussa 03/2020 – 05/2020 Korona-pandemian ja tapahtuman siirtämisten vuoksi.

8) Maastotyöt. Majoitusalueiden raivaus- ja harvennusalueiden merkitseminen, raivaamisen johtaminen ja ohjaaminen (syksy 2020).

9) Tonttien merkitsemisen valmistelut. Käytettävän alueen tarkistus ja valmistelu merkintämittauksia varten sekä paikkatietoaineiston päivitys ja käsittely merkintämittauksiin (touko-kesäkuu 2021).

10) Tonttien merkitseminen maastoon. Merkintämittaukset ja telttamajoitusalueiden yksittäisten tonttien nurkkapisteiden merkintä puupaaluilla eli ”paalutus” (heinä-elokuu 2021).

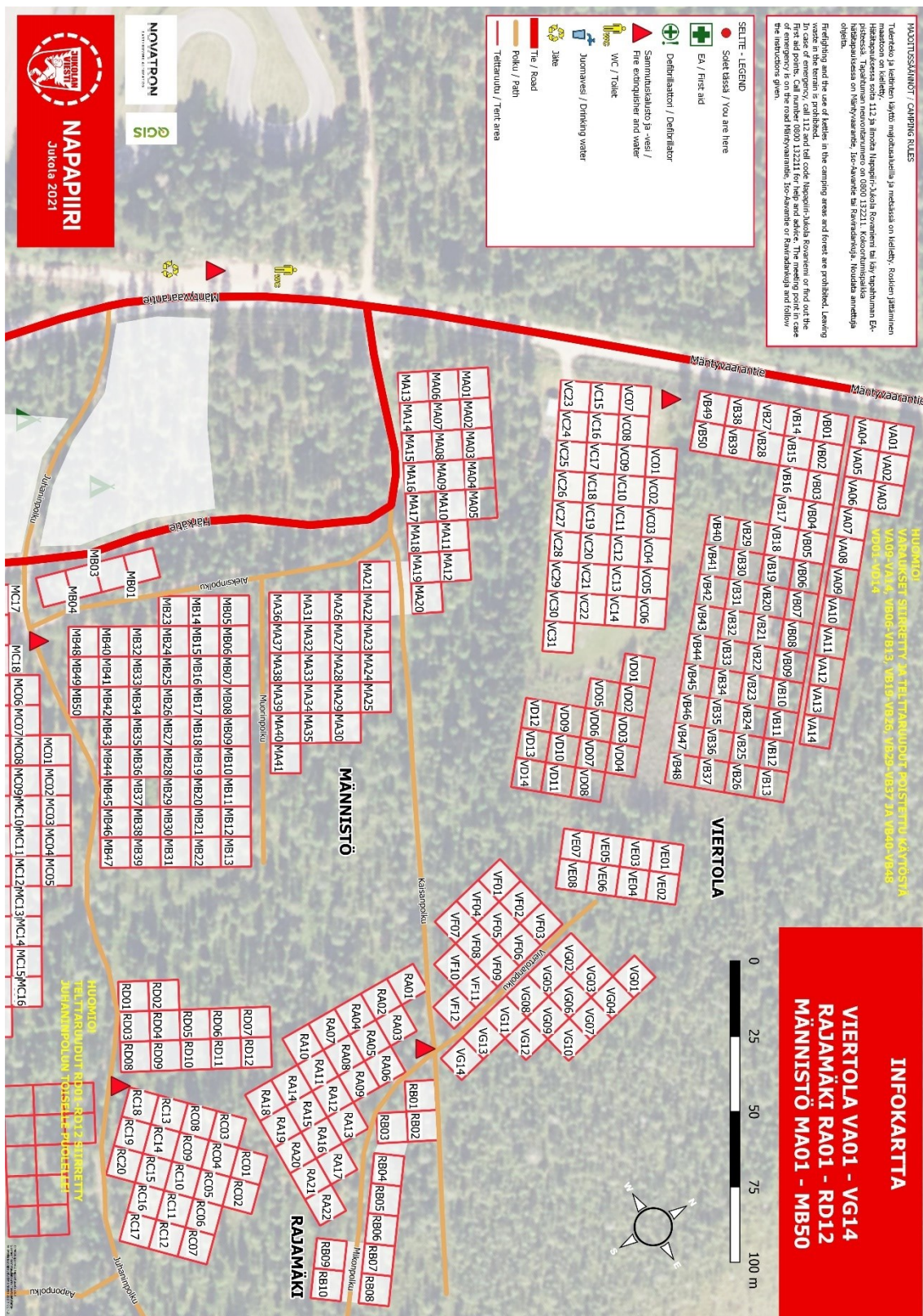
11) Tonttikarttojen ajantasaistaminen. Info- ja opastekarttojen laatiminen QGIS-ohjelmalla (heinä-elokuu 2021).

12) Majoitusalueen oheistoimintojen rakentaminen. Opasteiden, oheistoimintojen ja huolto-, liikenne- ja turvallisuustoimintojen sijoittaminen ja alueiden viimeistely (elokuu 2021).

13) Majoitusalueiden purkaminen. Majoitusalueiden ja niiden oheistoimintojen purkaminen ja siistiminen sekä alueiden lopputarkistukset (elokuu 2021 tapahtuman jälkeen).

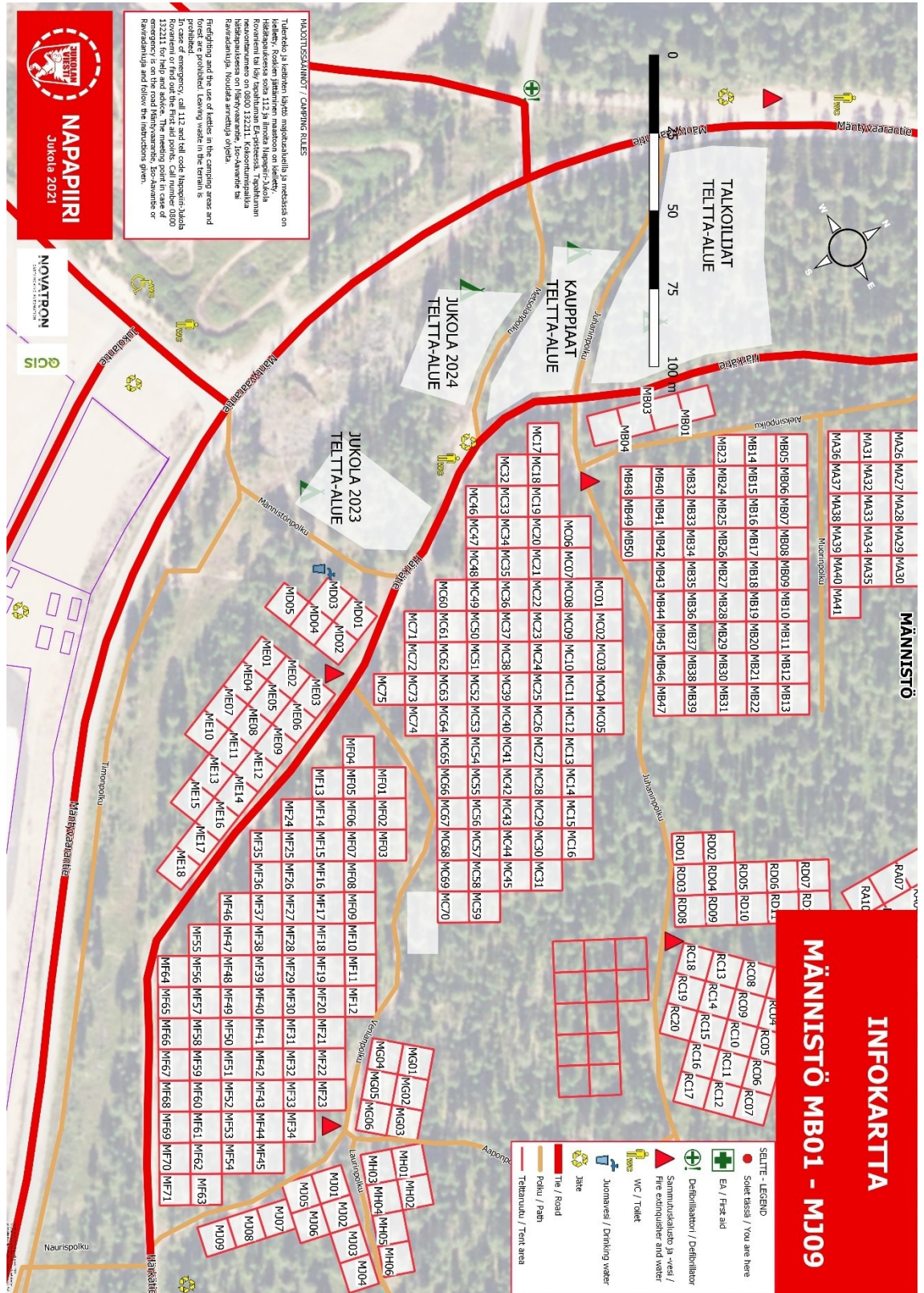
Liite 5. Viertolan, Rajamäen ja Männistön MA-alueiden opaskartta.

Kartta suunniteltu tulostettavaksi A2 tai A3 kokoon.



Liite 6. Männistön MB–MJ-alueiden opaskartta.

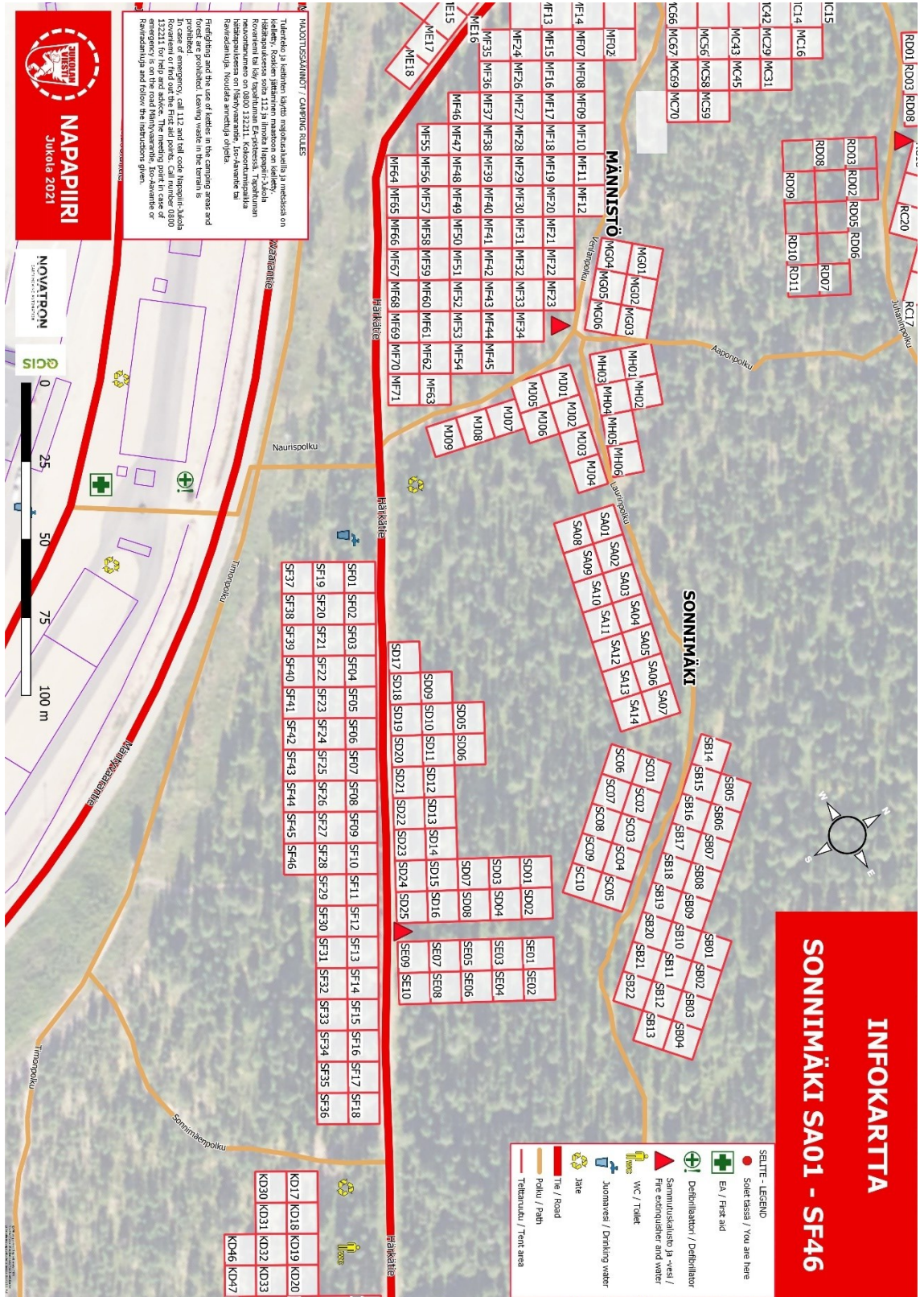
Kartta suunniteltu tulostettavaksi A2 tai A3 kokoon.



© Mittauspalvelut Teppo Kuusela 2021. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokanta- ja Ortoilmakuvapalveluiden aineistoa 2017 / CC 4.0.

Liite 7. Sonnimäen alueen opaskartta.

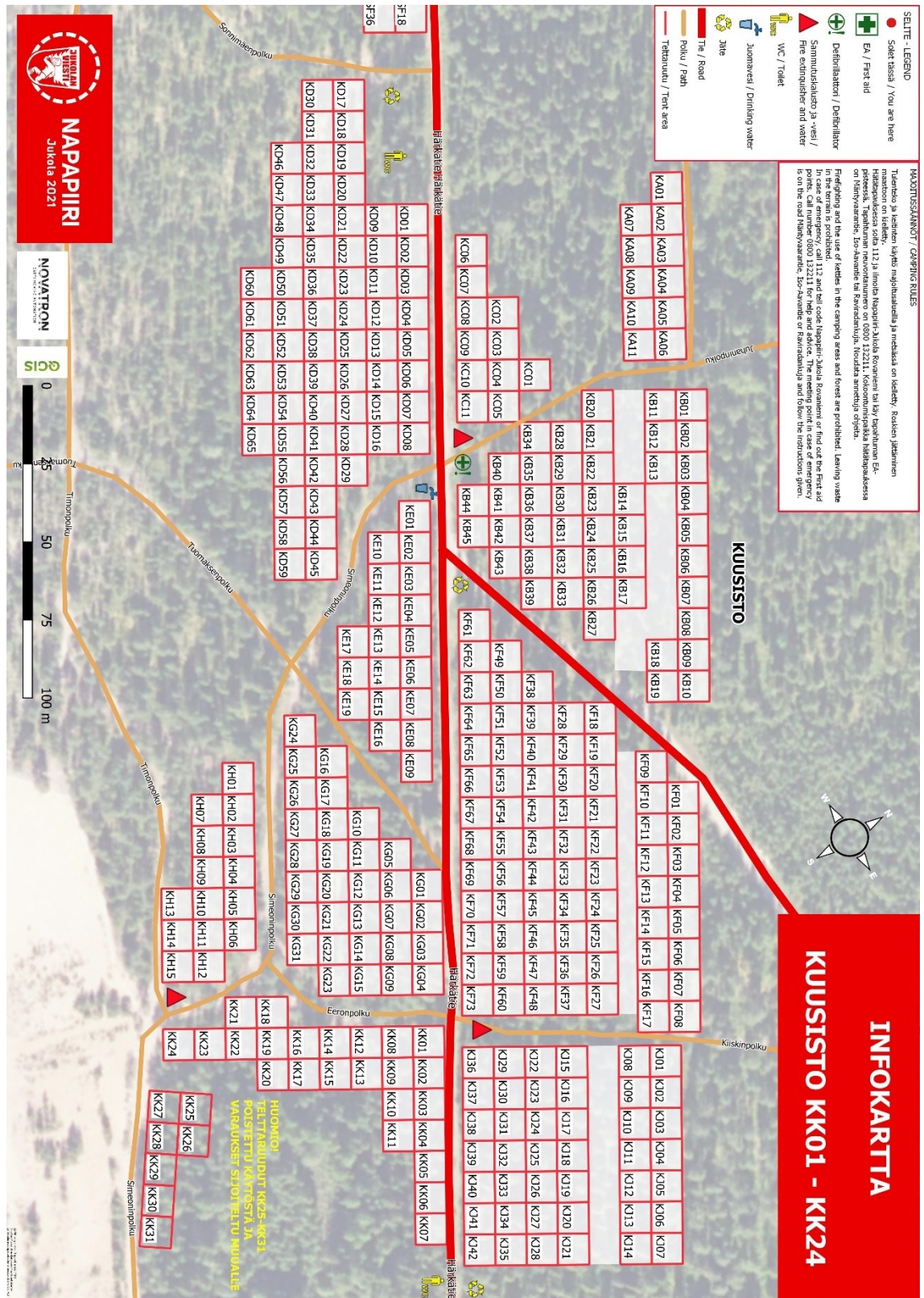
Kartta suunniteltu tulostettavaksi A2 tai A3 kokoon.



© Mittauspalvelut Teppo Kuusela 2021. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokanta- ja Ortoilmakuvapalveluiden aineistoa 2017 / CC 4.0.

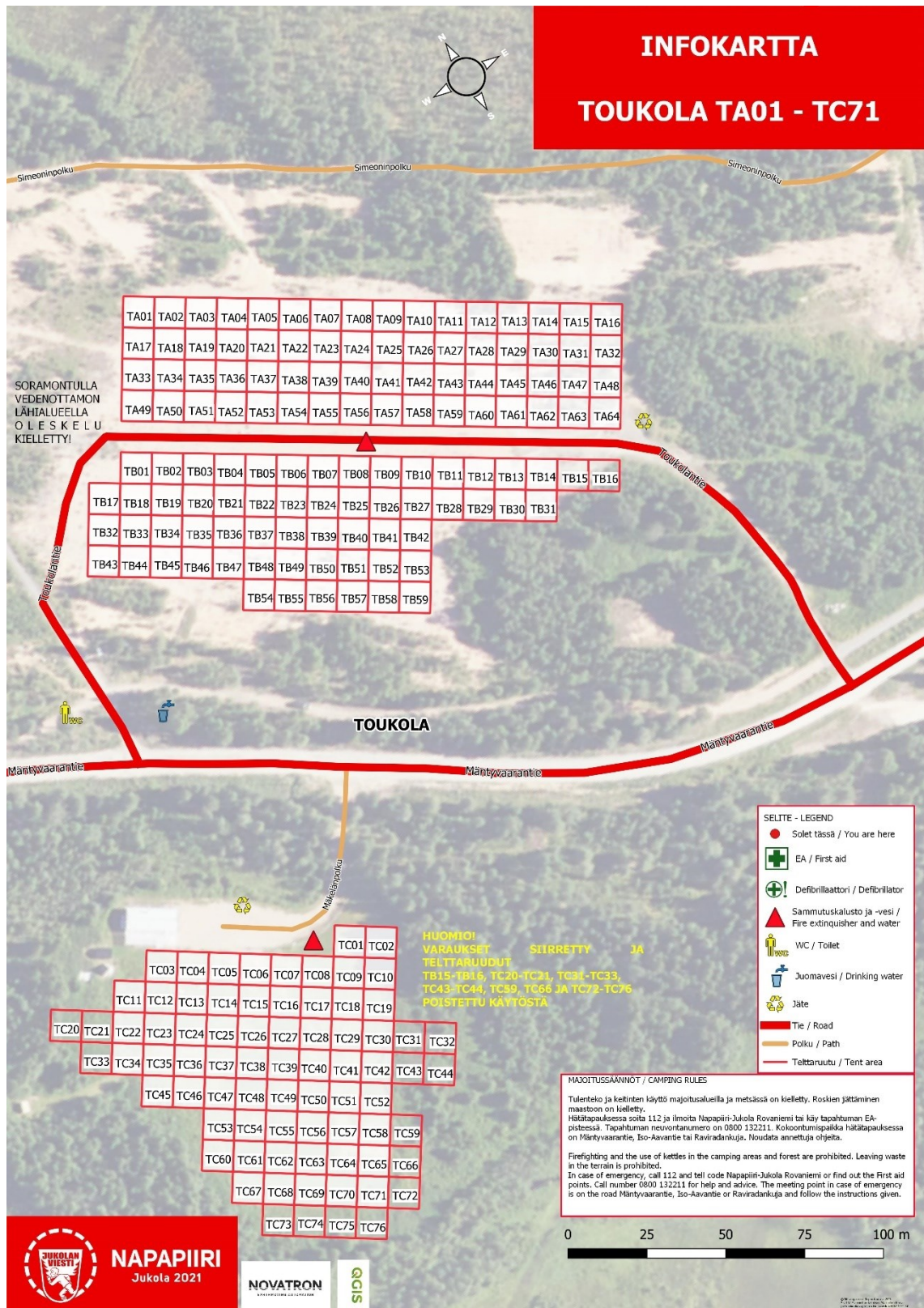
Liite 8. Kuusiston alueen opaskartta.

Kartta suunniteltu tulostettavaksi A2 tai A3 kokoon.



Liite 9. Toukolan alueen opaskartta.

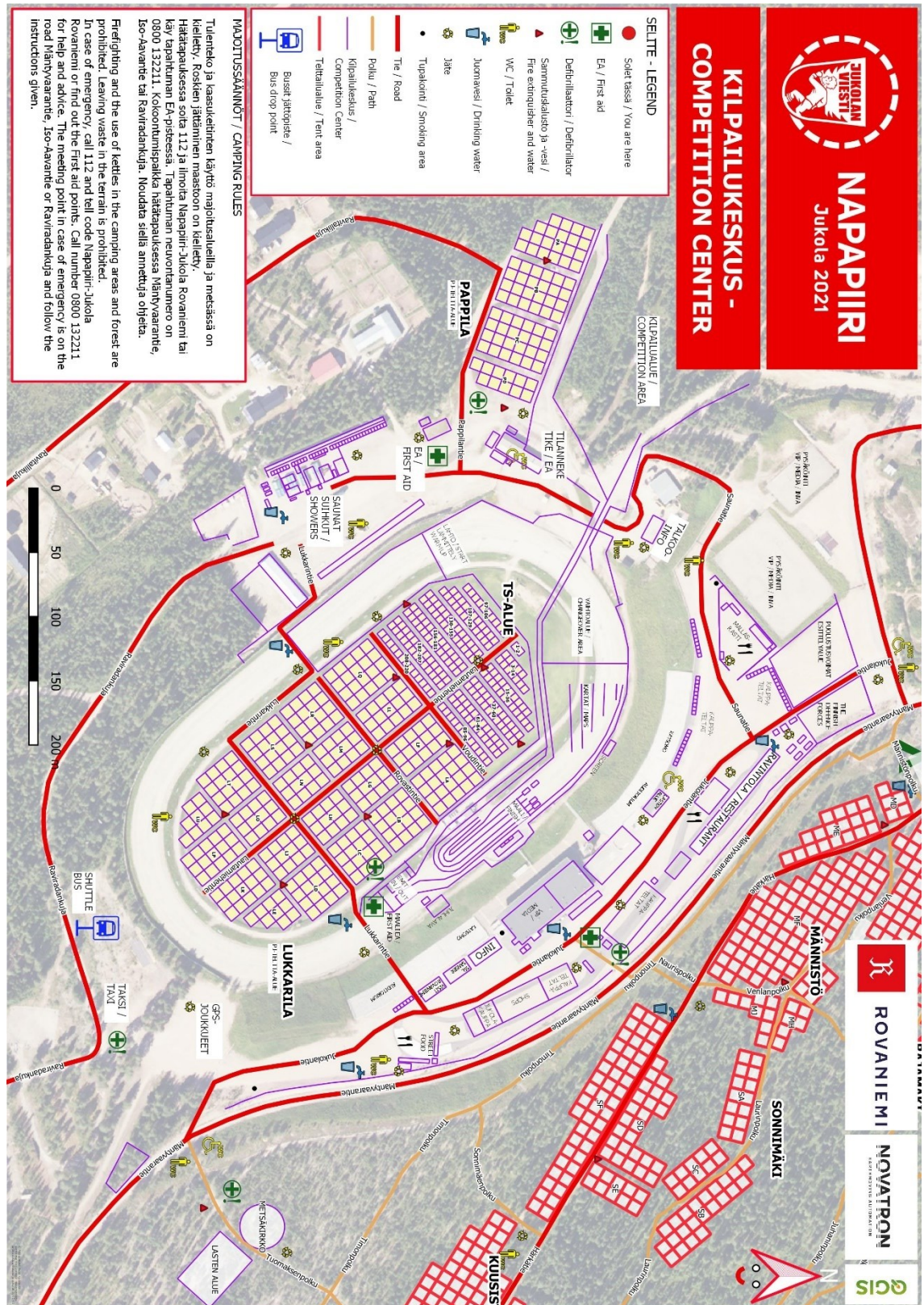
Kartta suunniteltu tulostettavaksi A2 tai A3 kokoon.



© Mittauspalvelut Teppo Kuusela 2021. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokanta- ja Ortoilmakuvapalveluiden aineistoa 2017 / CC 4.0.

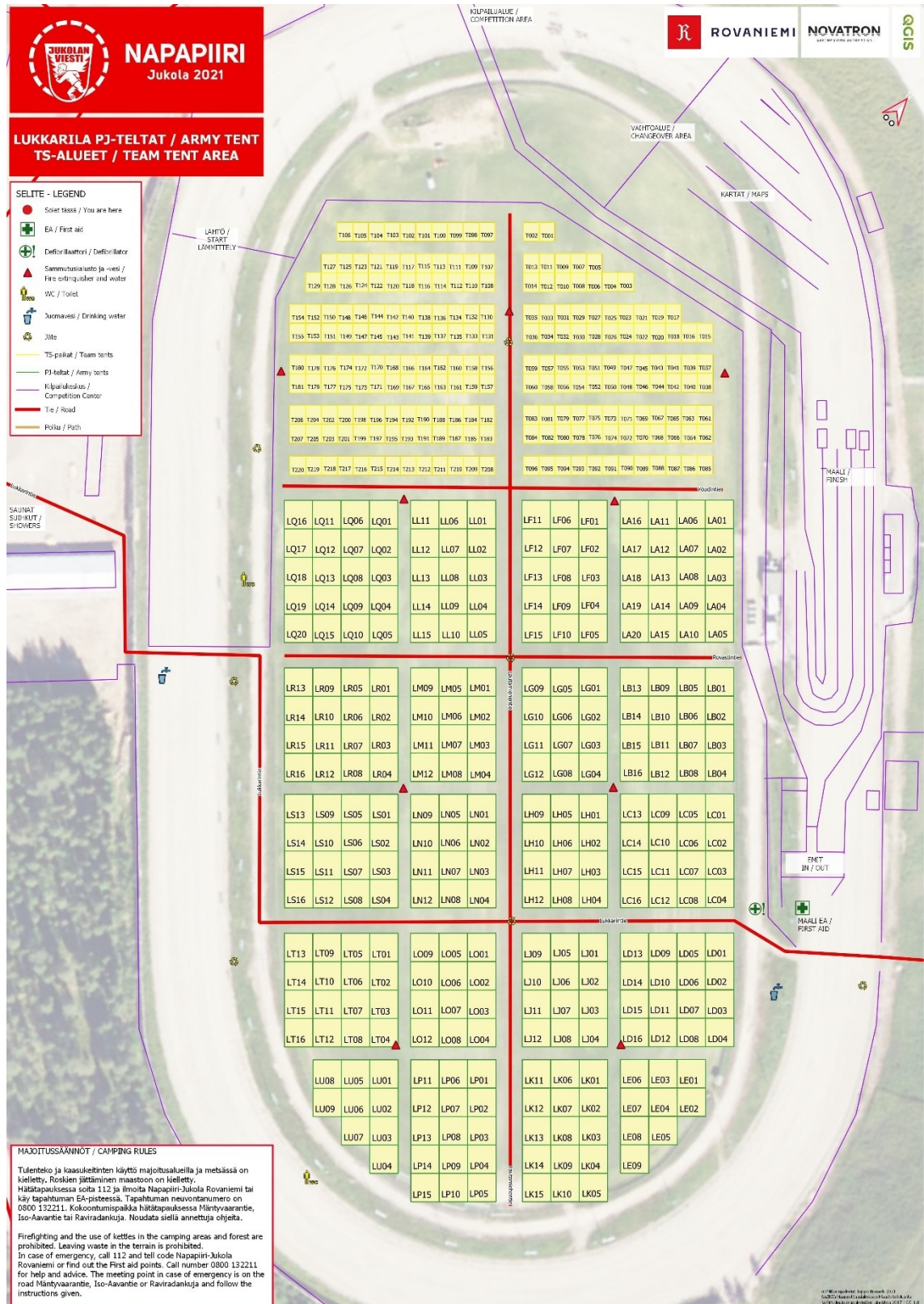
Liite 10. Kilpailukeskuksen infokartta.

Kartta suunniteltu tulostettavaksi A0-A2 kokoon.



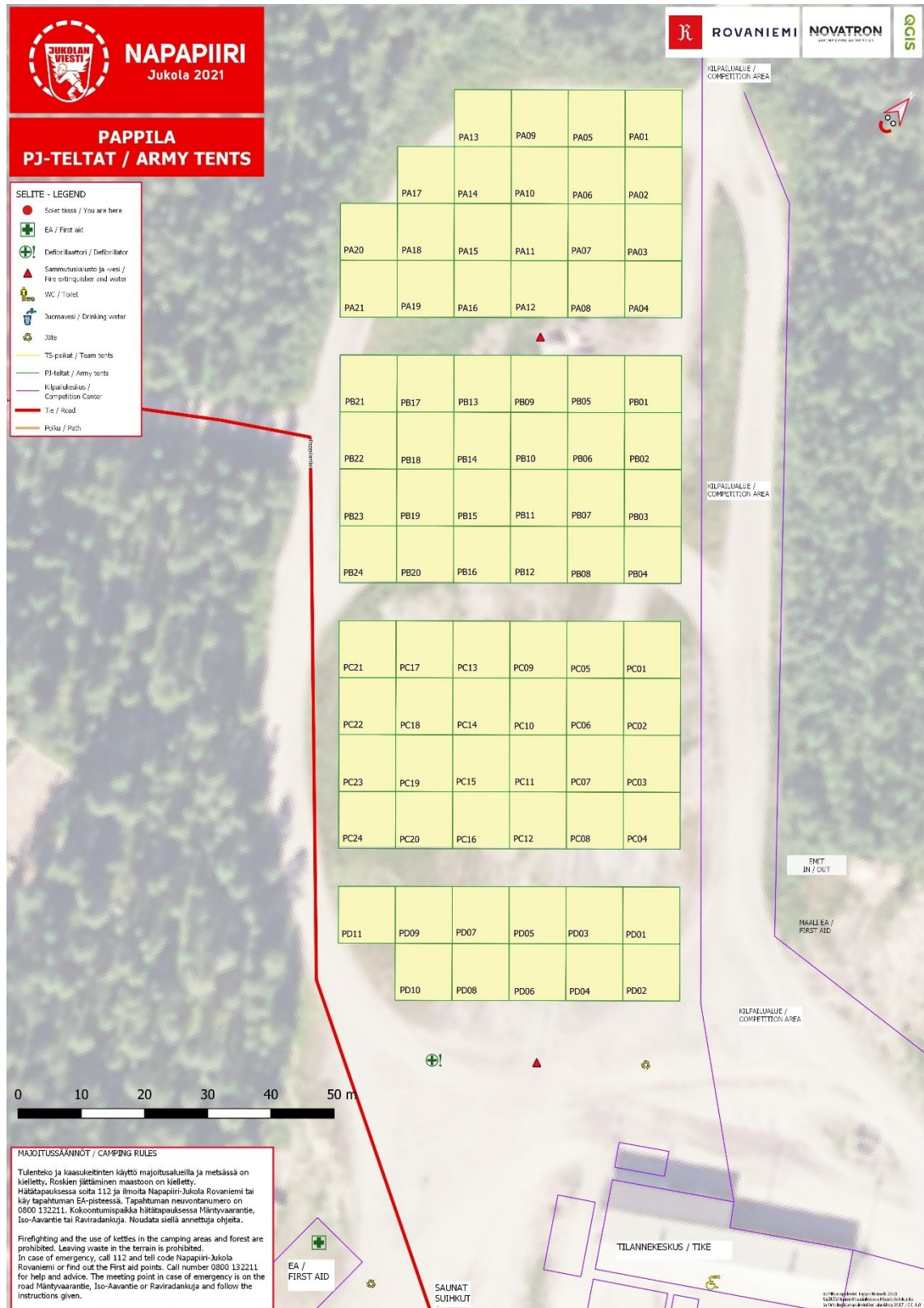
Liite 11. Lukkarilan ja TS-alueen opaskartta.

Kartta suunniteltu tulostettavaksi A2 tai A3 kokoon.



Liite 12. Pappilan alueen opaskartta.

Kartta suunniteltu tulostettavaksi A2 tai A3 kokoon.



Liite 13. Napapiiri-Jukola 2021 -tapahtuman turvallisuuskartta.

Kartta laadittu tulostettavaksi A2-A3 kokoon.

